

# *Stratégie de Maîtrise de l'Energie du Sénégal (SMES)*

*Rapport Final*



PERFORMANCES  
GROUP

Economisons  
l'énergie !

# Contenu

<b>FIGURES.....</b>	<b>6</b>
<b>TABLEAUX.....</b>	<b>9</b>
<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>12</b>
<b>I. LA PROBLEMATIQUE DE L'ENERGIE.....</b>	<b>15</b>
<b>II. LE SECTEUR DE L'ENERGIE DU SENEGAL : CADRES, POTENTIELS ET CARACTERISTIQUES.....</b>	<b>19</b>
1. Le Cadre du Secteur de l'Energie	20
2. Le potentiel énergétique du Sénégal	23
3. Quelques chiffres clés de l'énergie au Sénégal	26
<b>III. LA MAITRISE DE L'ENERGIE AU SENEGAL.....</b>	<b>31</b>
1. Qu'est-ce que l'efficacité énergétique ?	31
2. Historique de la Maîtrise de l'énergie au Sénégal	32
3. Etat de l'art de la Maîtrise de l'Energie au Sénégal	34
<b>IV. ANALYSE DE L'OFFRE D'ENERGIE AU SENEGAL.....</b>	<b>43</b>
1. L'offre d'électricité	43
2. L'offre d'hydrocarbures	53
3. L'offre des combustibles (hors hydrocarbures)	57
<b>V. ANALYSE DE LA DEMANDE D'ENERGIE DU SENEGAL.....</b>	<b>61</b>
1. La demande d'électricité	61
2. La demande d'hydrocarbures	66
3. La demande des autres combustibles	75
<b>VI. PROJECTIONS DE LA DEMANDE D'ENERGIE.....</b>	<b>80</b>
1. Introduction à la modélisation	80
1.1. <i>Note d'hypothèses</i>	80
1.2. <i>Principes méthodologiques généraux</i>	83
2. <i>Modélisation de l'évolution du sous-secteur de l'électricité</i>	86
2.1. <i>Introduction des paramètres du modèle</i>	86
2.2. <i>Analyse des résultats</i>	92
3. <i>Modélisation du sous-secteur des hydrocarbures</i>	102
4. <i>Modélisation du sous-secteur des Combustibles</i>	105

<b>5. Synthèse de la demande du Sénégal</b>	<b>109</b>
<b>VII. BENCHMARK DES POLITIQUES DE MAITRISE DE L'ENERGIE .....</b>	<b>111</b>
1. Dispositions de Gouvernance	111
2. Dispositions Economiques et Financières	114
3. Dispositions de Mise en œuvre	115
4. Actions de maîtrise de l'énergie	118
5. Etudes de cas	118
5.1.Cas de l'Afrique du Sud : Efficacité énergétique des équipements dans le bâtiment	118
5.2.Cas de la Tunisie : Cadre institutionnel et réforme du sous-secteur de l'électricité	119
5.3.Cas de la Lettonie : Financement de projet d'efficacité énergétique par une ESCO	122
<b>VIII. DEFINITION DE LA STRATEGIE DE MAITRISE DE L'ENERGIE DU SENEGAL</b>	<b>124</b>
1. Renforcer le Cadre de Gouvernance	125
1.1.Renforcer le cadre institutionnel	125
1.2.Renforcer le cadre réglementaire	127
2. Développer les dispositions économiques et financières	131
3. Faciliter la mise en œuvre de la stratégie de maîtrise de l'énergie	134
4. Evaluation des actions d'économies d'énergie ciblées	139
4.1.Méthodologie et Hypothèses de calcul des économies d'énergie	140
4.2.Economies d'énergie dans l'électricité	147
4.2.1. Economies d'énergie dans la climatisation	148
4.2.1.1. Sensibilisation des usagers	148
4.2.1.2. Climatisation active et Améliorations technologiques	150
4.2.1.3. Amélioration de l'enveloppe des bâtiments	150
4.2.2. Economies d'énergie dans les équipements électroménagers	157
4.2.3. Economies d'énergie dans le froid	161
4.2.4. Economies d'énergie dans les procédés électriques	164
4.2.5. Economies d'énergie dans les équipements de bureau	167
4.2.6. Economies d'énergie dans les équipements de loisir	170
4.2.7. Economies d'énergie dans l'éclairage	173
4.2.8. Economies d'énergie dans la force motrice	177

## Figures

4.2.8.1. Variation de vitesse	177
4.2.8.2. Moteurs à haut rendement	178
4.2.9. Economies d'énergie dans la ventilation	182
4.2.9.1. Conception efficace	182
4.2.9.2. Moteurs à haut rendement	183
4.2.10. Economies d'énergie dans l'eau chaude sanitaire	187
4.2.11. Sensibilisation des usagers	191
4.2.12. Synthèse des actions dans le sous-secteur de l'électricité	201
4.3.Economies d'énergie dans les hydrocarbures	207
4.3.1. Economies dans le transport	208
4.3.1.1. Renouvellement du parc	208
4.3.1.2. Transport public	212
4.3.1.3. Changement de mode de transport	214
4.3.1.4. Sensibilisation des usagers	216
4.3.2. Synthèse des actions dans le sous-secteur des hydrocarbures	217
4.4.Economies d'énergie dans les combustibles	218
4.4.1. Foyers améliorés pour la cuisson	219
4.4.2. Cuisson solaire	221
4.4.3. Sensibilisation des usagers	223
4.4.4. Synthèse des actions dans le sous-secteur des combustibles	224
<b>IX. PLAN D' ACTIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE .....</b>	<b>226</b>
1. Programme 1 - Création d'un cadre institutionnel et réglementaire du marché de maîtrise de l'énergie	226
2. Programme 2 - Mise en place des dispositifs de financement et de mise en œuvre pour la stratégie de maitrise de l'énergie	228
3. Programme 3 - Déploiement des actions d'économies d'énergie dans les différents sous-secteurs	231
<b>X. MISE A NIVEAU DE L'AEME .....</b>	<b>235</b>
1. Alignement de l'organisation de l'AEME à la SMES	235
2. Renforcement des cadres institutionnel, juridique et réglementaire de l'AEME	236
3. Allocation optimale des ressources (technique, humaines et financières)	237

Figures

<b>XI. CONCLUSION GENERALE ET SYNTHESE DES ACTIONS DANS LE SECTEUR DE L'ENERGIE .....</b>	<b>238</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>240</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>243</b>

# Figures

Figure 1 : Illustration du Cadre Institutionnel du Secteur de l'Energie au Sénégal .....	22
Figure 2 : Cartographie du potentiel solaire au Sénégal (Etude MVVDECON 2010) .....	25
Figure 3 : Evolution du taux d'électrification au Sénégal .....	26
Figure 4 : Evolution des tarifs moyens de l'électricité distribuée par la SENELEC .....	27
Figure 5 : Evolution des tarifs moyens de l'Essence (Super) et du Gasoil .....	28
Figure 6 : Coût spécifique des combustibles domestiques suivant les différentes régions.....	29
Figure 7 : Illustration du déséquilibre de la balance énergétique du Sénégal à travers le taux d'indépendance énergétique. Source : SIE-Sénégal 2013. ....	30
Figure 8 : Impact de l'efficacité énergétique sur les projections d'émissions de CO2.....	32
Figure 9 : Composition du mix énergétique pour l'offre d'électricité au Sénégal, situation de 2013. Capacités installées en MW et proportion dans le mix. Hors capacités des autoproducteurs. ....	44
Figure 10 : Histogramme et répartition des unités de production d'électricité (SENELEC, IPP et Réseau Interconnecté) en 2013.....	45
Figure 11 : Evolution de la production d'énergie et de la pointe du réseau .....	46
Figure 12 : Structure des pertes d'énergie électrique de la production à la distribution (Source : SENELEC)...	46
Figure 13 : Evolution de l'énergie non distribuée depuis 2009 (Source : SENELEC).....	47
Figure 14 : Carte du réseau de transport d'énergie électrique du Sénégal (Lignes actuelles et en projets) ....	48
Figure 15 : Répartition des projets du nombre de ménages ruraux électrifiés .....	49
Figure 16 : Projection de l'évolution de la capacité de production d'énergie électrique du Sénégal .....	51
Figure 17 : Projection du Mix Energétique de la Production d'électricité au Sénégal en 2025 .....	52
Figure 18 : Evolution de la structure du réseau de transport d'énergie électrique entre 2013 et 2018 .....	53
Figure 19 : Illustration de la chaîne de valeur du secteur des hydrocarbures.....	54
Figure 20 : Consommations de combustibles et proportion dans le bilan global du Sénégal (Energie primaire) .....	57
Figure 21 : Illustration de la meule traditionnelle.....	59
Figure 22 : Illustration de la meule casamançaise.....	59
Figure 23 : Evolution de la demande en énergie électrique des clients de la SENELEC entre 2004 et 2013.....	61
Figure 24 : Evolution de la répartition de la demande des différentes catégories de clients de la SENELEC ....	62
Figure 25 : Evolution de la répartition en nombre des différentes catégories de clients de la SENELEC .....	62
Figure 26 : Répartition des ventes d'énergie de la SENELEC en 2013 .....	63
Figure 27 : Distribution de la clientèle domestique en nombre et en énergie (2013) .....	64
Figure 28 : Poids en énergie et en nombre des différentes classes de consommateurs domestiques (2013) ..	64
Figure 29 : Répartition des consommations (MWh) et de la clientèle professionnels en BT (2013) .....	65
Figure 30 : Contributions des différentes sources d'énergie à la consommation finale (2012).....	66
Figure 31 : Evolution de la demande des différentes formes d'hydrocarbures au Sénégal .....	66
Figure 32 : Ventilation des consommations d'hydrocarbures suivant les différents produits (2013) .....	67
Figure 33 : Décomposition des consommations finales d'hydrocarbures (hors production électricité SENELEC). Source : Données SIE-CNH et Analyse PMC. ....	68
Figure 34 : Evolution du parc automobile du Sénégal entre 1980 et 2013 .....	70
Figure 35 : Répartition du parc automobile par type d'énergie (2013, total 401910) .....	70
Figure 36 : Répartition du parc automobile selon l'âge des véhicules.....	71
Figure 37 : Evolution nombre de passagers transportés par voie ferroviaire de 2003 à 2013 .....	73
Figure 38 : Evolution du nombre de navires immatriculés au Sénégal entre 2000 et 2013.....	74
Figure 39 : Evolution des consommations en énergie finale .....	76
Figure 40 : Décomposition des consommations finales de combustibles suivant les principaux usages au Sénégal. Source : SIE et Analyse PMC. ....	77
Figure 41 : Hiérarchie des équipements suivant le taux d'équipement des ménages en 2013. BAS : Ban Ak Souf. ....	78
Figure 42 : Structure d'équipement des ménages sénégalais en 2013. ....	79
Figure 43 : Extraction de l'étude sur l'évolution de la répartition du budget des ménages français.....	82
Figure 44 : Modélisation de la courbe de charge de 2013 .....	93
Figure 45 : Mise en évidence de la convergence de la modélisation avec la courbe de charge réelle (Janvier) 93	
Figure 46 : Mise en évidence de la convergence des courbes de charge modélisées et réelle (Octobre 2013) 94	
Figure 47 : Modélisation de la courbe de charge des ménages en 2013.....	94

## Figures

Figure 48 : Modélisation de la courbe de charge de l'administration publique en 2013 .....	95
Figure 49 : Modélisation de la courbe de charge de l'éclairage public en 2013 .....	95
Figure 50 : Répartition des consommations par usage et par secteur économique en 2013 .....	96
Figure 51 : Monotone de puissance des appels de charge de l'année 2013 réduite aux heures types .....	97
Figure 52 : Contribution des usages à la pointe des dix premières heures types (300h les plus chargées) .....	97
Figure 53 : Projection de la courbe de charge en 2030.....	98
Figure 54 : Projection de la monotone de puissance en 2030 .....	99
Figure 55 : Evolution projetée de la demande d'énergie électrique de 2013 à 2030 selon les usages (GWh) ..	99
Figure 56 : Répartition de la demande d'énergie électrique cumulée entre 2013 et 2030 selon les usages (MWh) .....	100
Figure 57 : Evolution projetée de la demande d'énergie électrique entre 2013 et 2030 selon les secteurs économiques (GWh) .....	101
Figure 58 : Répartition de la demande d'énergie électrique cumulée entre 2013 et 2030 selon les secteurs économiques (MWh) .....	101
Figure 59 : Projection de la demande en hydrocarbures à l'horizon 2030. Décomposition par usages. ....	103
Figure 60 : Répartition par usages des consommations cumulées (ktep) d'hydrocarbures entre 2014 et 2030 .....	105
Figure 61 : Projection des consommations en combustibles entre 2014 et 2030 .....	106
Figure 62 : Projection de l'offre de combustible intégrant le biogaz .....	107
Figure 63 : Répartition de la demande cumulée (ktep) en combustibles entre 2014 et 2030 .....	108
Figure 64 : Evolution projetée de la demande d'énergie finale au Sénégal (ktep) .....	109
Figure 65 : Evolution du bilan énergétique final par type de combustible .....	110
Figure 66 : Distribution des dispositions réglementaires par type (Label : Etiquetage, MEPS : Performance énergétique minimale, Other : Autres mesures) .....	112
Figure 67 : Répartition des dispositions financières mises en œuvre à travers le monde .....	114
Figure 68 : Architecture de la vision et des orientations stratégiques de la maîtrise de l'énergie au Sénégal	124
Figure 69 : Exemple du Energy Van Service pour PME au Ghana .....	139
Figure 70 : Coûts moyens des combustibles domestiques pratiqués dans les différentes régions du Sénégal .....	146
Figure 71 : Evolution des consommations d'énergie de la climatisation avant et après mise en oeuvre du programme de sensibilisation des usagers .....	149
Figure 72 : Evolution des consommations d'énergie de la climatisation avant et après promotion des systèmes à haute performance énergétique.....	150
Figure 73 : Potentiels d'économies d'énergies des actions d'efficacité énergétique sur le bâtiment .....	151
Figure 74 : Impacts sur le coût de la construction des bâtiments à haute performance énergétique .....	152
Figure 75 : Evolution des consommations d'énergie de la climatisation avant et après mise en œuvre des actions sur l'enveloppe des bâtiments.....	153
Figure 76 : Exemple d'un dispositif de refroidissement solaire (source : <a href="http://www.zae-bayern.de">http://www.zae-bayern.de</a> ) .....	153
Figure 77 : Evolution des consommations d'énergie des équipements électroménagers avec la promotion des équipements de haute performance énergétique (HPE) .....	159
Figure 78 : Evolution des consommations d'énergie des équipements frigorifiques avec la promotion des équipements de haute performance énergétique (HPE) .....	162
Figure 79 : Evolution des consommations d'énergie des procédés industriels avec la sensibilisation des industriels.....	165
Figure 80 : Evolution des consommations d'énergie des équipements de bureau avec la promotion des équipements de haute performance énergétique (HPE) .....	168
Figure 81 : Evolution des consommations d'énergie des équipements de loisir avec la promotion des équipements de haute performance énergétique (HPE) .....	171
Figure 82 : Puissance des différentes technologies d'éclairage selon leur luminosité .....	173
Figure 83 : Potentiels d'économie sur l'éclairage des rues.....	174
Figure 84 : Evolution des consommations d'énergie de l'éclairage avec la promotion des systèmes à haute efficacité.....	175
Figure 85 : Evolution des consommations d'énergie de la force motrice avec la promotion des variateurs de vitesse .....	177
Figure 86 : Spectre d'efficacité des moteurs en fonction de la puissance du moteur .....	178
Figure 87 : Evolution des consommations d'énergie de la force motrice avec la promotion des moteurs à haut rendement.....	179



## Figures

Figure 88 : Efficacité des ventilateurs en fonction de leur conception et des niveau de puissance .....	182
Figure 89 : Evolution des consommations d'énergie de la ventilation avec la promotion des conceptions efficaces .....	183
Figure 90 : Evolution des consommations d'énergie de la ventilation avec la promotion des moteurs à haut rendement.....	184
Figure 91 : Exemple de toit avec système de chauffe-eau solaire .....	187
Figure 92 : Utilisation de la récupération de chaleur pour l'eau chaude .....	188
Figure 93 : Evolution des consommations d'énergie de l'eau chaude sanitaire avec la promotion du chauffage solaire.....	189
Figure 94 : Evolution des consommations d'énergie des équipements électroménagers avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers .....	192
Figure 95 : Evolution des consommations d'énergie du froid avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers.....	192
Figure 96 : Evolution des consommations d'énergie des équipements de bureau avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers .....	193
Figure 97 : Evolution des consommations d'énergie des équipements de loisir avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers .....	193
Figure 98 : Evolution des consommations d'énergie de l'éclairage avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers .....	194
Figure 99 : Evolution des consommations d'énergie de l'eau chaude sanitaire avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers .....	194
Figure 100 : Evolution de la demande d'énergie électrique en fonction des scénarii de développement .....	201
Figure 101 : Synthèse des investissements cumulés (2015 à 2030) requis pour les différents scénarios (Milliards de FCFA).....	202
Figure 102 : Synthèse des gains énergétiques cumulés (2015 à 2030) pour les différents scénarii (GWh).....	202
Figure 103 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur résidentiel en 2020.....	203
Figure 104 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur résidentiel en 2030 .....	203
Figure 105 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur primaire en 2020 .....	204
Figure 106 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur primaire en 2030 .....	204
Figure 107 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur secondaire en 2020 .....	205
Figure 108 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur secondaire en 2030 .....	205
Figure 109 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur tertiaire en 2020.....	206
Figure 110 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur tertiaire en 2030.....	206
Figure 111 : Evolution de l'impact des actions de MDE sur la pointe du Sénégal .....	207
Figure 112 : Projection du nombre de véhicules au Sénégal .....	210
Figure 113 : Evolution des consommations du transport avant et après action de renouvellement du parc .....	211
Figure 114 : Evolution des pénalités en fonction des écarts de niveau de pollution .....	212
Figure 115 : Illustration du transfert du transport par des véhicules particuliers aux bus (source : TSB).....	213
Figure 116 : Impact de la substitution de 10 % des voitures particulières de Dakar par des bus .....	214
Figure 117 : Comparaison des consommations spécifiques d'énergie pour le transport de fret en Allemagne (camions, trains et bateaux) .....	215
Figure 118 : Impact du transfert de 5% du fret routier au fret ferroviaire.....	216
Figure 119 : Impact du programme de sensibilisation des usages sur les comportements éco-citoyens .....	217
Figure 120 : Evolution de la demande en hydrocarbures en fonction des scénarii de développement .....	218
Figure 121 : Impact de la généralisation des foyers améliorés sur les consommations de combustibles .....	221
Figure 122 : Dix règles de base pour promouvoir la diffusion et l'utilisation de cuiseurs solaires .....	222
Figure 123 : Impact de la diffusion des cuiseurs solaires en milieu rural.....	223
Figure 124 : Impact de la sensibilisation des usagers aux pratiques éco-énergétiques .....	224
Figure 125 : Evolution de la demande en combustibles en fonction des scénarii de développement .....	225
Figure 126 : Carte de transformation du programme de création des cadres institutionnel et réglementaire du marché de l'efficacité énergétique .....	228
Figure 127 : carte de transformation du programme de mise en place des dispositifs de financement et de mise en œuvre pour opérationnaliser la stratégie de maîtrise de l'énergie et d'efficacité énergétique .....	230
Figure 128 : Cartographie du potentiel d'économies d'énergie en fonction des investissements requis .....	232
Figure 129 : trois axes de mise à niveau de l'AEME .....	235
Figure 130 : Evolution de la demande en énergie du Sénégal en fonction des scénarii de maîtrise de l'énergie .....	238



## Tableaux

Figure 131 : Illustration de la transformation géométrique des profils d'appel de charge (cas de l'éclairage dans l'administration)..... 249

## Tableaux

Tableau 1 : Ressources énergétiques de la biomasse au Sénégal .....	24
Tableau 2 : Répartition de la puissance actuelle de la SENELEC (2013) .....	44
Tableau 3 : Présentation des projets de l'ASER.....	50
Tableau 4 : Détails des projets candidats au développement des capacités du Sénégal à l'horizon 2030 .....	51
Tableau 5 : Analyse des consommations unitaires entre 2005 et 2013 (Source : SENELEC).....	63
Tableau 6 : Répartition de la Clientèle de la SENELEC .....	63
Tableau 7 : Statistiques de la répartition de la clientèle entre 2005 et 2013.....	81
Tableau 8 : Structure et Caractéristiques énergétiques de la clientèle rurale selon les différents niveaux de service .....	85
Tableau 9 : Structure et taux d'équipements suivant les niveaux de services de la clientèle rurale .....	85
Tableau 10 : Segmentation des utilisations de l'énergie en usages types codifiés .....	86
Tableau 11 : Segmentation des usagers en fonction du découpage des branches économiques de l'ANSD ....	87
Tableau 12 : Clés de répartition de la demande et de la clientèle en 2013 .....	88
Tableau 13 : Taux d'équipements des usagers en 2013 selon les différents usages (Taux en %) .....	89
Tableau 14 : Puissances caractéristiques des différents usages suivant le type d'usager (en W) .....	90
Tableau 15 : Temps moyens annuels d'utilisation selon les différents usages et usages types (en heures/an).....	91
Tableau 16 : Synthèse de l'évolution des consommations d'électricité modélisées en 2013 (en MWh).....	92
Tableau 17 : Projection à l'horizon 2030 des consommations réparties par Usages (en MWh).....	100
Tableau 18 : Projection à l'horizon 2030 des consommations réparties par Usages (en MWh).....	102
Tableau 19 : Synthèse de l'évolution de la structure de la demande finale en hydrocarbures hors SENELEC.....	103
Tableau 20 : Décomposition de la de la demande finale en hydrocarbures (ktep).....	104
Tableau 21 : Synthèse de l'évolution de la structure de la demande finale en combustibles. ....	106
Tableau 22 : Récapitulatif des consommations finales de combustibles projetées à l'horizon 2030 (en ktep) .....	108
Tableau 23 : Récapitulatif des consommations finales d'énergie projetées à l'horizon 2030 (en tep).....	109
Tableau 24 : Synthèse benchmark dispositions financières pour l'efficacité énergétique .....	115
Tableau 25 : Synthèse benchmark dispositions de mise en œuvre pour l'efficacité énergétique .....	116
Tableau 26 : Synthèse des actions d'efficacité énergétique dans les bâtiments d'Ekurhuleni (Afrique du Sud) .....	119
Tableau 27 : Comparaison des situations avant et après intervention d'une ESCO en Lettonie .....	123
Tableau 28 : Rappel du périmètre des usages-types définis pour l'électricité .....	148
Tableau 29 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation de la climatisation .....	154
Tableau 30 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des systèmes à haute performance énergétique .....	155
Tableau 31 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre des actions d'efficacité énergétique sur l'enveloppe du bâtiment (impacts sur la climatisation) .....	156
Tableau 32 : Potentiel moyen d'économie d'énergie par changement de classes d'efficacité énergétique des machines à laver .....	157
Tableau 33 : Comparaison des consommations d'énergie de différentes technologies électrique pour la cuisson .....	158
Tableau 34 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des équipements électroménagers performants .....	160
Tableau 35 : Enregistrement des potentiels des réfrigérateurs et congélateurs selon la classe d'efficacité énergétique européenne .....	161
Tableau 36 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des équipements frigorifiques performants .....	163
Tableau 37 : Evolution des enjeux et impacts de la sensibilisation des industriels .....	166
Tableau 38 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des équipements de bureau performants ...	169
Tableau 39 : Potentiel d'économie des téléviseurs suivant les classes d'efficacité énergétique .....	170
Tableau 40 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des équipements de loisir performants .....	172
Tableau 41 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des systèmes d'éclairage efficaces .....	176

## Tableaux

Tableau 42 : Potentiels d'économie des moteurs électriques en fonction de la puissance .....	178
Tableau 43 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des variateurs de vitesse .....	180
Tableau 44 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des moteurs à haut rendement .....	181
Tableau 45 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des ventilateurs à haute performance énergétique .....	185
Tableau 46 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des moteurs à haut rendement pour la ventilation .....	186
Tableau 47 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des chauffe-eau solaires .....	190
Tableau 48 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation équipements électroménagers .....	195
Tableau 49 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation des équipements frigorifiques .....	196
Tableau 50 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation des équipements de bureau .....	197
Tableau 51 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation des équipements de loisir .....	198
Tableau 52 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation de l'éclairage .....	199
Tableau 53 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation des chauffe-eau électriques .....	200
Tableau 54 : Bilan énergétique des véhicules routiers .....	209
Tableau 55 : Potentiels issus du calcul théorique de l'évolution des consommations pour le transport .....	211
Tableau 56 : Synthèse des résultats de l'enquête 2013 sur les effectifs par équipements pour le charbon ..	219
Tableau 57 : Synthèse des résultats de l'enquête 2013 sur les effectifs par équipements pour le bois .....	219
Tableau 58 : Rendements et potentiels d'économie d'énergie pour les différents types de foyers .....	220
Tableau 59 : Projection du nombre d'équipements modèles .....	220
Tableau 60 : Synthèse des résultats de l'enquête 2013 sur les consommations de combustibles des ménages .....	222
Tableau 61 : Synthèse des actions préconisées sur le cadre institutionnel .....	226
Tableau 62 : Synthèse des actions préconisées sur le cadre réglementaire .....	227
Tableau 63 : Synthèse des actions préconisées sur les mécanismes de financement .....	229
Tableau 64 : Synthèse des actions préconisées sur les dispositions de mise en œuvre .....	229
Tableau 65 : Présentation synthétique des actions d'économies d'énergie étudiées dans l'électricité .....	231
Tableau 66 : Présentation synthétique des actions d'économies d'énergie étudiées dans les hydrocarbures et les combustibles domestiques .....	231
Tableau 67 : Classement des projets d'économies d'énergie .....	233
Tableau 67 : Structure de la demande en hydrocarbures. Source : SIE 2013. ....	246
Tableau 68 : Caractéristiques du parc de véhicules de transport public de voyageurs. Source : DTT et Analyse PMC .....	247
Tableau 69 : Clés de répartition et Projection des caractéristiques des clients Domestiques .....	250
Tableau 70 : Clé de Répartition et Caractéristiques structures de clients et de demande en 2013 (dédiés de 2007) .....	253
Tableau 71 : Clé de Projection et Répartition projetée des clients et de la demande en 2014 .....	254
Tableau 72 : Clé de Projection et Répartition projetée des clients et de la demande en 2030 .....	255
Tableau 73 : Projection de la demande et de la consommation d'énergie dans les ménages ruraux pris .....	256
Tableau 74 : Evolution du taux d'équipement de la catégorie d'utilisateur "Agricultures" .....	257
Tableau 75 : Décomposition des consommations par usage et par secteur économique en 2013 .....	266

Tableaux

## Glossaire

ADS	Aéroports du Sénégal
AEME	Agence pour l'Economie et la Maîtrise de l'Energie
AFD	Agence Française de Développement
AGEROUTE	Agence des travaux et de gestion des routes
AIE	Agence Internationale de l'Energie
ANACIM	Agence Nationale de l'Aviation Civile du Sénégal
ANAM	Agence Nationale des Affaires Maritimes
ANCF	Agence nationale des nouveaux chemins de fer du Sénégal
ANER	Agence Nationales des Energies Renouvelables
ANME	Agence Nationale de Maîtrise de l'Energie (Tunisie)
ANSO	Agence Nationale de Statistique et de la Démographie
ASER	Agence Sénégalaise pour l'Electrification Rurale
ASN	Association Sénégalaise de Normalisation
ASP	Association Sénégalaise des Pétroliers
ASPP	Association Sénégalaise de Professionnels du Pétrole
BAD	Banque Africaine de Développement
BEI	Banque Européenne d'Investissements
BHS	Banque de l'Habitat du Sénégal
BIDC	Banque d'Investissement et de Développement de la CEDEAO
BMN	Bureau de Mise à Niveau
BNDE	Banque Nationale pour le Développement Economique
BOAD	Banque Ouest-Africaine de Développement
BT	Basse Tension
CdC	Courbe de Charge électrique
CDE	Centre pour le Développement de l'Entreprise
CEDEAO	Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest
CEE	Certificat d'Economies d'Energie
CERER	Centre de Recherche sur les Energies Renouvelables de l'Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar
CFC	Gaz chlorofluorocarbène
CFL	Compact Fluorescent Light
CLIM	Climatiseur
CMVP	Certified Measurement & Verification Professional
CNH	Comité National des Hydrocarbures
COSAMA	Consortium Sénégalais des Activités Maritimes
CRSE	Commission de Régulation du Secteur de l'Electricité
CV	Cheval Vapeur, unité de mesure d'énergie
DEME	Direction de l'Economie et de la Maîtrise de l'Energie
DGP	Domestique Grande Puissance, type de contrat à SENELEC
DMP	Domestique Moyenne Puissance, type de contrat à SENELEC
DPP	Domestique Petite Puissance, type de contrat à SENELEC
DTT	Direction des Transports Terrestres
ECL	Eclairage
ECREEE	Ecogas Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency <=> CEREEC, Centre pour les Energies Renouvelables et l'Efficacité Energétique pour la CEDEAO
ECS	Eau Chaude Sanitaire
EDF	Electricité de France
EE	Efficacité Energétique
EEB	Equipements Electroniques de Bureau
EEL	Equipements Electroniques de Loisirs
EEM	Equipements Electroménagers
END	Energie Non Distribuée
EP	Eclairage Public, type de contrat à SENELEC
ERIL	Projet d'Electrification Rurale d'Initiative Locale
ESCO	Energy Service Company
EVO	Efficiency Valuation Organization
FASEN	Programme de promotion des Foyers Améliorés du Sénégal

## Glossaire

FEM	Fonds pour l'Environnement Mondial
FER	Fonds d'Electrification Rurale
FFEM	Fonds Français pour l'Environnement Mondial
FM	Force Motrice
FMI	Fonds Monétaire International
FONGIP	Fonds de Garantie des Investissements Prioritaires
FONSIS	Fonds Souverain d'Investissements Stratégiques
FRD	Equipements de production de froid
GCO	Grande Côte Ouest
GES	Gaz à Effet de Serre
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GPL	Gaz de Pétrole Liquifié
GPP	Groupement des Professionnels du Pétrole
GW	Giga Watt, 106 kW, unité de mesure de puissance
GWh	Giga Watt Heure, unité de mesure de l'énergie correspondant à 106 kWh
HPE	Equipement de Haute Performance Energétique
HT	Haute Tension
HTA	Haute Tension A (1000 à 50000 Volts en courant alternatif)
ICS	Industries Chimiques du Sénégal
IEA	International Energy Agency
IEPF	Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie
INF	Institutions Nationales Points Focaux mises en place par l'ECREEE
IPMVP	International Performance Measurement and Verification Protocol
IPP	Independant Power Producer
ISO	International Standard Organisation
KFW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km	kilo mètre, unité de mesure de distance
kV	kilo Volt
LAURE	Loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (France)
LBC	Lampe à Basse Consommation
LC	Ligne de Crédit
LEA	Laboratoire d'Energie Appliquée de l'Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar
LED	Light Emitting Diode
LPDSE	Lettre de Politique de Développement du Secteur de l'Energie
MDE	Maîtrise de l'Energie
MDP	Mécanisme de Développement Propre
MEDER	Ministère de l'Energie et du Développement des Energies Renouvelables
MEF	Ministère de l'Economie et des Finances
MEPS	Minimum Energy Performance Standards
MT	Moyenne Tension
MW	Mega Watt, 103 kW, unité de mesure de puissance
MWc	Mega Watt Crête, unité de mesure de la puissance solaire photovoltaïque correspondant à la puissance maximale que peut délivrer un système photovoltaïque lorsqu'il est exposé au soleil dans les conditions optimales
OMVG	Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Gambie
OMVS	Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal
ONG	Organisation Non Gouvernementale
ONU	Organisation des Nations Unies
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
PCCE	Production combinée de chaleur et d'électricité
PEEC	Politique d'Efficacité Energétique de la CEDEAO
PERACOD	Programme de promotion des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et de l'accès aux services énergétiques
PETROSEN	Société des Pétroles du Sénégal
PFL	Produits Forestiers Ligneux
PFNL	Produits Forestiers Non Ligneux
PGP	Professionnel Grande Puissance, type de contrat à SENELEC
PIB	Produit Intérieur Brut
PME	Petites et Moyennes Entreprises
PMP	Professionnel Moyenne Puissance, type de contrat à SENELEC

## Glossaire

PNBD	Programme National Biogaz Domestique
PNEEB	Programme National d'Efficacité Energétique dans le Bâtiment
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
PPP	Professionnel Petite Puissance, type de contrat à SENELEC
PROC	Procédés industriels utilisant l'électricité
PROGEDE	Programme de Gestion Durable et Participative des Energies Traditionnelles et de Substitution
PROPARGO	Promotion et Participation pour la Coopération économique, filiale AFD dédiée au secteur privé
PSE	Plan Sénégal Emergent
PTB	Petit Train de Banlieue
RENES	Programme de Redéploiement Energétique du Sénégal
RI	Réseau Interconnecté
RMA	Revenu Maximal Autorisé
RNI	Réseau Non Interconnecté
SABER	Société Africaine des Biocarburants et des Energies Renouvelables
SAR	Société Africaine de Raffinage
SEFICS	Société d'Exploitation Ferroviaire des ICS
SENELEC	Société Nationale d'Electricité du Sénégal
SFI	Société Financière Internationale, filiale de la Banque mondiale dédié au secteur privé
SIE	Système d'Information pour l'Efficacité Energétique
SIRN	Société des infrastructures de réparations navales
SMES	Stratégie de Maîtrise de l'Energie du Sénégal
SUNREF	Sustainable Use of Natural Resources and Energy Finance initiative
SWOT	Matrice d'analyse stratégique des forces, faiblesses, menaces et opportunités (Strength, Weaknesses, Opportunities and Threats)
TCAM	Taux de Croissance Annuel Moyen
TCU	Tarif Courte Utilisation, pour les clients SENELEC en MT
Tep	Tonne équivalent pétrole
TG	Tarif Général, pour les clients SENELEC en MT
TLU	Tarif Longue Utilisation, pour les clients SENELEC en MT
TV	Téléviseur
TVA	Taxe sur la Valeur Ajoutée
UEMOA	Union Economique et Monétaire Ouest-Africaine
UTCE	Union pour la Coordination du Transport de l'Electricité
V	Volt
VENT	Ventilation

# I. La problématique de l'énergie

L'énergie, le développement et le climat posent des problèmes interdépendants auxquels les populations doivent apporter des réponses concrètes et efficaces. Aujourd'hui, tout le monde a pris conscience des tensions (raréfaction progressive, aléas géopolitiques et accroissement des contraintes climatiques avec les émissions de CO<sub>2</sub>) sur les ressources énergétiques fossiles, alors que la consommation mondiale d'énergie augmente en continue et de façon significative. La réponse évidente à cette inéluctable augmentation de la demande d'énergie est le développement de l'offre par la mise à disposition de nouvelles capacités de production, et l'exploration de ressources nouvelles pouvant remettre en cause l'équilibre environnemental (gaz de schistes, hydrates de méthane,...). Cependant, les contraintes climatiques et économiques imposent une limitation du développement de ces capacités de production. C'est ainsi que depuis les années 80 des programmes de maîtrise de la demande d'énergie (ou d'efficacité énergétique) ont vu le jour, en étant principalement portés par des acteurs publics.

Le Sénégal fait face, depuis de nombreuses années - plus particulièrement depuis une dizaine d'années, à une profonde crise énergétique dont l'acuité a atteint son paroxysme en 2011 avec des manifestations inédites des populations contre l'intermittence quasi-permanente et le coût élevé de l'énergie, et ce pour tous les usages. Cette crise résulte de la conjonction de plusieurs difficultés d'ordres technique, organisationnel, opérationnel, financière, réglementaire et institutionnel qui, à des degrés divers, touchent tous les sous-secteurs de l'énergie ; à savoir les hydrocarbures, l'électricité et les combustibles domestiques. Il est aujourd'hui communément admis qu'il convient de mettre en place une approche holistique, incluant le recours stratégique à la maîtrise de l'énergie, pour adresser cette question de l'énergie afin de définir une vision cohérente et solide qui guidera toutes les actions futures dans le secteur.

En effet, les principales problématiques qui se posent dans les différents sous-secteurs peuvent se résumer comme suit :

- Dans le sous-secteur des hydrocarbures, en l'absence de ressources énergétiques fossiles prouvées et exploitables, qui dominent le marché mondial de l'énergie, et en l'état actuel des explorations (ressources identifiées mais non encore évaluées en termes de rentabilité et de capacité d'exploitation), la problématique se pose principalement dans l'aval du cycle ; à savoir l'importation, le raffinage, le stockage et la distribution. Le constat actuel dans le sous-secteur établit que :
  - l'offre de raffinage est déficitaire, avec un outil industriel de la SAR, deuxième raffinerie de la sous-région UEMOA, vétuste et dont la rénovation tarde à se concrétiser.
  - la distribution quant à elle, bien qu'elle soit marquée par une forte implication des acteurs privés indépendants, souffre de défis logistiques.
  - la demande n'est clairement pas maîtrisée du fait de l'absence de stratégie ad hoc dans un contexte de prévalence des importations de véhicules, de circulation de véhicules très vieux et de non sensibilisation aux règles de bonne conduite.

Les principaux enjeux dans ce sous-secteur sont relatifs au renforcement des capacités de raffinage et de stockage, la mise en place de stratégies favorables à la



## La problématique de l'énergie

baisse des coûts des produits pétroliers qui sont parmi les plus élevés de l'espace UEMOA, la restructuration de la gouvernance du sous-secteur, le développement d'infrastructures et l'optimisation de la logistique de distribution. Enfin, il s'agit également de favoriser l'indépendance énergétique du Sénégal par le soutien aux efforts d'exploration et le développement de la recherche sur les biocarburants en guise d'alternatives.

- L'électricité, malgré sa faible proportion dans les consommations d'énergie finale du Sénégal (9% en moyenne), représente le sous-secteur le plus crucial, qui a connu les crises les plus aiguës au sein du secteur de l'énergie, pour des raisons intrinsèques ou non (e.g. en cas de répercussion des difficultés dans les hydrocarbures). Les carences dans ce sous-secteur ont été à l'origine de violentes manifestations des populations en 2011. Ceci, du fait de la très forte sensibilité du sous-secteur dont les défaillances sont immédiatement ressenties par les populations (inconfort, nuisance aux appareils électriques domestiques et insécurité) et les acteurs économiques (dégradation des outils de production, surcharges d'exploitation, défaut de compétitivité) avec très peu d'alternatives (recours aux groupes électrogènes, onéreux). Les principales difficultés dans la fourniture d'énergie électrique touchent à toutes les fonctions du sous-secteur :
  - La Production, caractérisée par un parc vétuste certes en cours de réhabilitation et de renouvellement, en sous-capacité (déficit de 60 à 100 MW) et par-dessus tout, des choix technologiques désormais inadaptes (production essentiellement thermique à base de combustibles
  - onéreux tels que le fuel lourd, le Diesel oil et le Gasoil qui renforcent la dépendance énergétique.
  - Le Transport, qui est caractérisé par un réseau relativement jeune mais faisant face à de véritables défis de maintenance afin de réduire son exposition aux incidents.
  - La Distribution, caractérisée par un réseau à la limite de la saturation, vétuste avec des niveaux élevés de pertes techniques et commerciales (réseaux des utilisateurs inefficients voire insécuritaires et non contrôlés, vols).
  - Le prix moyen de l'électricité, après compensation par la CRSE, qui se trouve être parmi les plus élevés en Afrique, à 118 FCFA/kWh.

L'ensemble de ces difficultés aboutit à un déficit structurel de l'offre d'énergie électrique qui freine considérablement le développement économique du Sénégal. Qui plus est, la question de la maîtrise de la demande d'énergie et de l'efficacité énergétique, à travers une utilisation rationnelle de l'énergie, est très peu adressée, malgré les initiatives récentes (études d'opportunités, création de l'AEME,...), alors même qu'elle constitue un puissant levier de gestion de la production et, par conséquent, des investissements.

Par ailleurs, il se pose la question de l'équité devant l'accès à l'énergie des populations avec une fracture énergétique entre les zones rurales et urbaines. Le taux d'électrification nationale était de 54% en 2014 avec 26% en zone rurale et 90% en zone urbaine.

- Les combustibles domestiques quant à eux constituent la première source d'énergie des populations, en particulier en milieu rural et périurbain. Au-delà de la question des besoins énergétiques, ces combustibles posent des questions de soutenabilité environnementale et sanitaire très prégnantes (déforestation, érosion des sols, désertification, pollution de l'air,...). 40000 ha de forêts disparaissent chaque année

## La problématique de l'énergie

au Sénégal. La suppression de la subvention du gaz butane en 2009 a eu pour conséquence l'accroissement du recours aux combustibles domestiques traditionnels. Les principaux enjeux dans ce sous-secteur résident dans l'élaboration de stratégies visant à développer le recours à des combustibles alternatifs plus efficaces et moins polluants (biogaz, biocharbon,...), améliorer les rendements des foyers de cuisson et soutenir l'aménagement forestier.

Aujourd'hui le concept d'efficacité énergétique est fortement développé, avec une grande implication du secteur privé, dans les pays avancés et les économies intermédiaires. Dans les pays en développement, notamment en Afrique Subsaharienne, le concept a émergé depuis les années 80 mais rencontre d'innombrables difficultés pour se développer et être transféré au secteur privé. Ceci est un paradoxe compte tenu des enjeux énergétiques dans nos Régions. L'Afrique et, en l'occurrence, le Sénégal, encore plus que les pays développés et les économies émergentes, devra déployer des efforts considérables pour faire face au défi énergétique étant données les prévisions de croissance démographique et économique. En effet, le Sénégal a récemment, à travers le Plan Sénégal Emergent (PSE), défini une vision pour son développement économique, social et humain. Dans cette perspective d'émergence, la demande d'énergie va considérablement s'accroître alors même que la plupart des ressources énergétiques modernes du pays sont importées et essentiellement fossiles.

Lorsqu'on étudie l'évolution du prix du baril de pétrole au cours des dernières années, il apparaît clairement que depuis le début des années 2000 le renchérissement s'accélère inexorablement, bien que parfois modéré par des événements conjoncturels. L'ère de l'énergie peu chère, gaspillée non suffisamment valorisée est révolue. L'économie sénégalaise déjà très contrainte sur le plan énergétique doit saisir l'opportunité que représente l'efficacité énergétique en profitant de la transition énergétique qui est en cours dans le monde. En Occident, le potentiel d'économies d'énergie offert par les meilleures technologies existantes est très significatif, en particulier dans l'industrie et dans le secteur tertiaire. Compte tenu de l'état relativement vétuste de l'outil industriel sénégalais et des procédés de production qui y sont utilisés, de l'ancienneté des bâtiments et des techniques de construction actuelles, il est raisonnable de penser que le potentiel est bien au-delà de celui des pays développés. Ce qui fait ainsi de l'efficacité énergétique un puissant levier d'amélioration de la compétitivité de nos entreprises en particulier, et de nos économies en général ; il s'agit d'un outil de choix qu'il convient d'utiliser comme une soupape et un moyen de garantir la sécurité d'approvisionnement et de favoriser l'indépendance énergétique au risque d'entraver la croissance économique prévue dans le PSE.

Fort de ce constat, le Gouvernement du Sénégal a matérialisé sa résolution à faire de la maîtrise de l'énergie une priorité, par la mise en place de l'agence nationale de l'économie d'énergie (ANEE, créée en 2011), devenue en 2013 l'agence pour l'économie et la maîtrise de l'énergie (AEME).

L'AEME est chargée de mettre en œuvre la politique de l'Etat du Sénégal en matière de l'énergie, avec pour principales missions :

- La proposition de la stratégie nationale de maîtrise de l'énergie ;
- L'identification, l'évaluation et l'exploitation des potentiels d'économie d'énergie dans les différents secteurs d'activités ;
- Le conseil et l'assistance technique et/ou financière pour la rationalisation des consommations d'énergie ;

## La problématique de l'énergie

- La conduite et l'évaluation de la mise en œuvre des programmes d'économie d'énergie et d'efficacité énergétique ;
- La promotion des normes et règlements liés à l'utilisation rationnelle de l'énergie et aux équipements autonomes en énergie ;
- La mise en place d'un programme d'information, de communication et de sensibilisation auprès des professionnels et du grand public.

Ainsi, dans l'optique de pleinement prendre en charge la mission qui lui est confiée par l'Etat du Sénégal, l'AEME a entrepris, dans le cadre du programme PERACOD mis en œuvre par la GIZ, la présente étude qui a pour vocation de servir de cadre principal pour la définition des priorités en matière d'élaboration de projets et programmes dédiés à la maîtrise de l'énergie au Sénégal et de servir de référence à la définition des ambitions politiques chiffrées en matière d'économies d'énergie à l'horizon 2030.

Le présent document est structuré autour de huit chapitres ; il s'agit notamment de l'introduction générale au secteur de l'énergie du Sénégal, de la présentation de l'état de l'art en matière de maîtrise de l'énergie au Sénégal, de l'analyse de l'offre d'énergie, de la situation de la demande d'énergie, de la projection de la demande d'énergie, du benchmark des politiques et stratégies de maîtrise de l'énergie dans les autres pays, de la définition de la stratégie, de la présentation du plan d'actions et de la mise à niveau de l'AEME.

## II. Le secteur de l'énergie du Sénégal : Cadres, Potentiels et Caractéristiques

Le secteur de l'énergie, par son caractère transversal et indispensable aux activités économiques modernes (agriculture mécanisée, activités industrielles, activités de services...), est un des principaux fondements de la politique de développement économique et social de tout pays engagé sur la voie de l'émergence, à l'image du Sénégal à travers le Plan Sénégal Emergent.

Le secteur est caractérisé par un certain nombre d'enjeux mis en évidence à travers les orientations politiques dans ses différents sous-secteurs. De manière générale, on peut retenir que les principaux enjeux du secteur, en référence à la LPDSE de 2012, peuvent se résumer comme suit :

- Améliorer la qualité et les capacités de la production d'électricité du Sénégal.
- Réduire la dépendance énergétique à travers un rééquilibrage du mix énergétique du Sénégal, sur la base des énergies renouvelables et des technologies thermiques alternatives (gaz et charbon), et un développement des ressources énergétiques locales.
- Remettre à niveau (efficacité et capacité) les infrastructures, pour la plupart obsolètes, de production, de transport, de transformation et de distribution dans tous les sous-secteurs.
- Offrir une énergie compétitive à coût optimal sans besoin de subventions de l'Etat.
- Réduire, voire supprimer, la fracture énergétique entre les populations urbaines et rurales au nom du principe d'équité dans l'accès à l'énergie.
- Favoriser l'accès des populations aux formes d'énergies modernes.
- Diversifier les sources de financement, en mobilisant, à travers des mécanismes innovants et adaptés, le financement privé dans le développement du secteur.
- Renforcer les capacités de raffinage et de stockage du Sénégal.
- Mettre en place des stratégies favorables à la baisse des coûts des produits pétroliers qui sont parmi les plus élevés de l'espace UEMOA.
- Restructurer la gouvernance du sous-secteur.
- Optimiser la logistique de distribution.
- Soutenir les efforts d'exploration des hydrocarbures et de recherche pour les combustibles alternatifs tels que les biocarburants.
- Développer le recours à des combustibles alternatifs plus efficaces et moins polluants pour assurer la gestion durable de la biomasse.
- Améliorer l'efficacité énergétique des équipements de cuisson notamment les rendements des foyers de cuisson, et soutenir l'aménagement forestier.
- Promouvoir la maîtrise de l'énergie et l'efficacité énergétique dans le sous-secteur de l'électricité.
- Sécuriser la disponibilité de l'énergie électrique et élargir l'accès à toutes les populations.

## 1. Le Cadre du Secteur de l'Energie

### *Cadre Politique*

Le cadre politique du secteur de l'énergie est défini à travers les différentes lettres de politique de développement du secteur de l'énergie (LPDSE). La LPDSE est un document politique régulièrement mis à jour au gré des enjeux et des orientations décidées par les différents gouvernements, découlant des directives régionales (UEMOA ou CEDEAO) ou des engagements internationaux (e.g. ONU). Cependant, on peut retenir que la périodicité moyenne de mise à jour de la LPDSE est environ quinquennale. Ainsi, la lettre actuellement en vigueur est la LPDSE de 2012. Cette lettre élaborée par l'Etat du Sénégal décline les orientations stratégiques du secteur de l'énergie, en fixant la vision et les ambitions du secteur articulées autour de plusieurs axes. Il s'agit ainsi de : i) réaliser la diversification du mix énergétique, ii) promouvoir la production indépendante d'électricité, iii) assurer la restructuration financière et opérationnelle de la SENELEC, iv) donner une nouvelle impulsion à la stratégie d'électrification rurale, et v) renforcer la gouvernance du secteur de l'énergie. Cette lettre a connu plusieurs évolutions depuis le Plan de Redéploiement Énergétique du Sénégal (1980) aux différentes versions de la LPDSE de 1997, 2003 et 2007.

La LPDSE est accompagnée par des lettres de politique adressant certains sous-secteurs spécifiques. On trouve ainsi dans le cadre politique sénégalais les politiques sous-sectorielles suivantes :

- **La Lettre de Politique de Développement de l'Électrification Rurale 2004 (LPDER 2004)** qui a pour objectif de porter le taux d'électrification rurale à au moins 62 % en 2022<sup>1</sup>. Il s'agissait en particulier de fournir l'électricité à 22500 nouveaux ménages par an, comparativement à une moyenne de 4150 par an sur la période 1995-2003.
- **La Lettre de Politique du Sous-Secteur des Combustibles Domestiques 2008 (LPSSCD 2008)** qui a pour objectif d'assurer, à long terme, un approvisionnement en énergie de cuisson pour les ménages sénégalais tout en préservant les ressources de la forêt et l'environnement. Concrètement, il s'agit de gérer l'exploitation forestière, de promouvoir les énergies alternatives et les bonnes pratiques de cuisson, d'adapter les cadres institutionnels, fiscaux et réglementaires.

### *Cadre Institutionnel*

Du point institutionnel le secteur de l'énergie a connu plusieurs mutations au cours des dernières années, au gré des orientations politiques et de la volonté des pouvoirs publics de s'inscrire dans les meilleures pratiques en matière de politique énergétique, notamment en matière d'intégration des énergies renouvelables, d'accès à l'électricité et aux autres énergies modernes ainsi que de garantie d'accès à une énergie à moindre coût,...

La politique énergétique est coordonnée par le ministère de l'énergie et du développement des énergies renouvelables qui a la mission, par le décret 2014-891 du 23 Juillet 2014, de préparer (planification) et de mettre en œuvre les orientations politiques du Gouvernement en matière de production et de distribution de l'énergie, et promotion des énergies renouvelables. Elle assure la tutelle d'un certain nombre de directions que sont les

<sup>1</sup> A noter que cet objectif a été révisé, calendrier accéléré, à la faveur de différents engagements de l'Etat du Sénégal (Livre Blanc UEMOA 2006, LPDSE 2012 et PSE 2013).

directions de l'Electricité, des Hydrocarbures, de la Stratégie et de la Réglementation, du Développement des énergies renouvelables et la cellule des études et de la planification

En marge de ces acteurs on retrouve également au sein du MEDER :

- i) les structures opérationnelles que sont les agences nationales en charge de la mise en œuvre de composantes spécifiques telles que la promotion de la maîtrise de l'énergie (AEME), le développement de l'électrification rurale (ASER) ou la promotion des énergies renouvelables (ANER) ;
- les structures de surveillance et de régulation que sont la commission de régulation du secteur de l'énergie (CRSE) et le comité national des hydrocarbures (CNH<sup>2</sup>) qui assure la surveillance du secteur (équilibre financier, évaluation des projets de développement de l'offre, contrôle des activités des opérateurs, protection des consommateurs et gestion des litiges, et définition des tarifs de l'électricité et des hydrocarbures).
- ii) les sociétés publiques ou privées à capitaux majoritairement publiques telles que la SENELEC, la SAR et la PETROSEN qui mobilisent les investissements dans le secteur pour développer l'offre et favoriser l'accès à l'énergie. Ces sociétés sont également accompagnées de sociétés privées indépendantes productrices d'énergie ou fournisseurs de services énergétiques divers.

Ces différents acteurs sont accompagnés dans le financement et la mise en œuvre des projets énergétiques par des partenaires techniques et financiers qui mettent à disposition les ressources financières nécessaires au développement du secteur.

Parmi les principaux acteurs figurent également les utilisateurs finaux, représentés par les associations de consommateurs qui veillent à la défense de leurs intérêts (par la sensibilisation notamment et la participation aux débats sur les orientations politiques majeures ou les projets d'ajustement de la tarification). On trouve également les associations professionnelles qui défendent les intérêts des acteurs privés indépendants.

Le ministère de l'environnement et du développement durable, par la prééminence de l'usage des combustibles domestiques dans le bilan énergétique et son impact sur l'exploitation forestière, ainsi que par la prégnance des questions relatives à la réduction des gaz à effet de serre pour la protection de l'environnement, constitue un des acteurs du secteur.

Il est à noter qu'on identifie parfois ces différents acteurs en deux grandes familles :

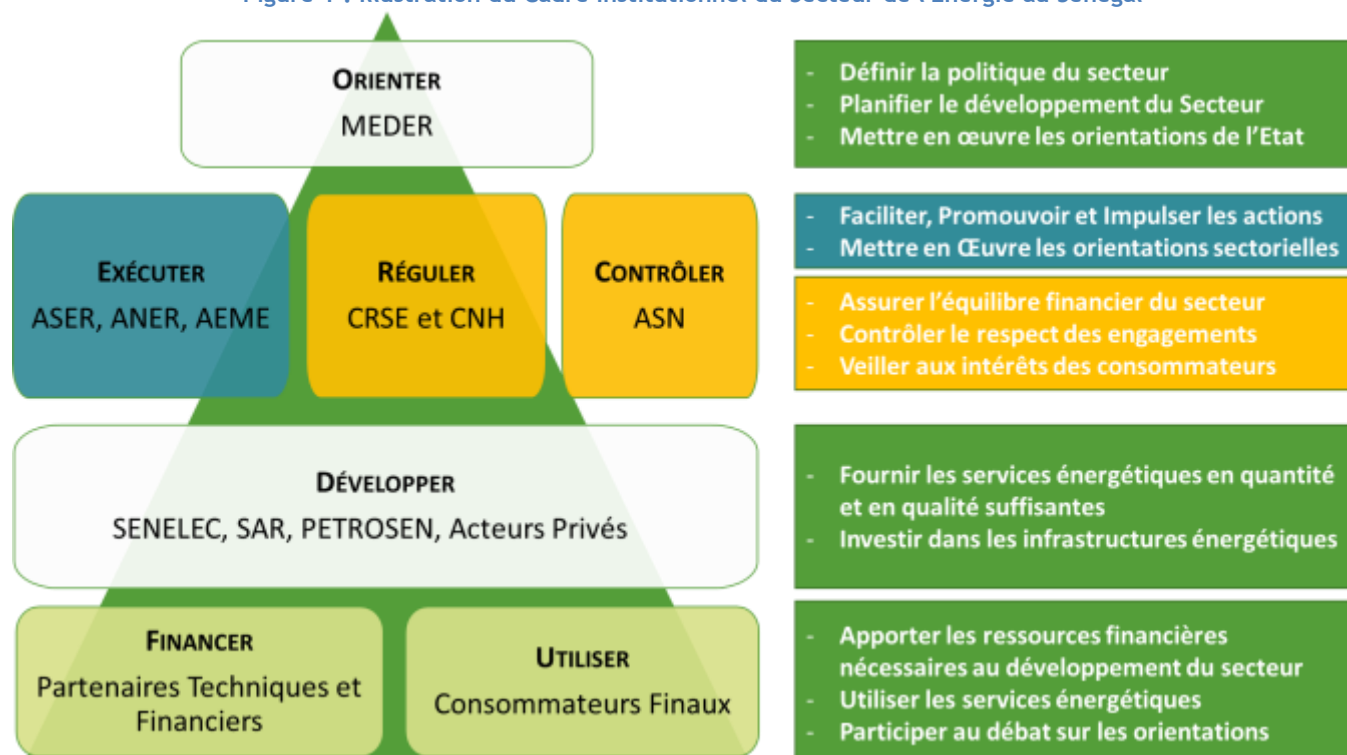
- les **acteurs institutionnels**, qui regroupent le ministère de l'énergie, le ministère de l'environnement et du développement durable, les agences d'exécution, la SENELEC, la SAR, la PETROSEN et les partenaires techniques et financiers.
- les **acteurs non institutionnels** représentés par l'ensemble des acteurs privés (producteurs indépendants, fournisseurs de services énergétiques,...) et les différentes organisations sociales (associations de consommateurs, ONG...).

La Figure 1 ci-après résume l'organisation institutionnelle du secteur avec les principaux acteurs.

<sup>2</sup> A noter qu'en 2014, il est acté d'intégrer le CNH dans la CRSE qui verrait ainsi ses prérogatives élargie au-delà du sous-secteur de l'électricité devenant la Commission de Régulation du Secteur de l'Energie.



Figure 1 : Illustration du Cadre Institutionnel du Secteur de l'Energie au Sénégal



### Cadre Juridique et Réglementaire

Le cadre réglementaire du secteur de l'énergie au Sénégal est défini par plusieurs lois d'orientation, décrets et divers autres textes d'application.

### Hydrocarbures

Le sous-secteur des hydrocarbures est principalement régi par la Loi n°98-05 du 08 Janvier 1998 portant Code Pétrolier et par la Loi n°98-31 du 14 Avril 1998 définissant les dispositions spécifiques liées aux licences requises pour pouvoir exercer une activité. Cette loi 98-31 a révolutionné le sous-secteur des hydrocarbures au Sénégal. Ces deux lois sont complétées par la Loi n°98-36 du 17 Avril 1998 fixant les tarifs de douane et par un ensemble décrets d'application qui organisent la libéralisation du secteur des hydrocarbures.

Par décret n°2003-732 du 26 septembre 2003, le Ministère de l'Energie prépare et met en œuvre la politique d'approvisionnement en hydrocarbures ainsi que celle de prospection des ressources du sous - sol. A ce titre il a tutelle sur toutes les sociétés dont l'activité consiste à assurer l'offre de produits pétroliers en important, exportant ou commercialisant des hydrocarbures.

### Electricité

Depuis 1998, la Loi N°98-29 du 14 Avril 1998 définit les orientations du sous-secteur de l'électricité, résultat d'un long processus de réforme qui a instauré les licences pour la production et la vente d'énergie, introduit la notion des concessions d'électrification rurale, créé la Commission de Régulation du Secteur de l'Electricité (CRSE) et l'Agence Sénégalaise de l'Electrification Rurale (ASER). Cette Loi est complétée par de nombreux décrets d'application parmi lesquelles on peut citer les décrets 98-333, 334, 335 et 336.



Cette loi cadre est complétée par un certain nombre de lois d'orientation spécifiques à certains axes majeurs de la politique énergétique :

- **Loi 2006-18 du 30 Juin 2006** qui institue une redevance prélevée sur les kWh et les services énergétiques vendus aux clients de la SENELEC (hors clients redevables d'une prime fixe) et des opérateurs d'électrification rurale, aux fins d'abonder les ressources du Fonds d'Electrification rurale (FER).
- **Loi 2010-21 du 20 Décembre 2010** portant Loi d'orientation sur les énergies renouvelables qui définit les conditions de production et de commercialisation de l'électricité d'origine renouvelable. Cette loi est accompagnée de deux principaux décrets d'application (Décret 2011-2014 relatif aux conditions de revente du surplus d'énergie pour les autoproducteurs et Décret 2011-2013 relatif aux conditions d'achat d'énergie produite par des centrales). Ces lois sont fondamentales pour le développement de la production indépendant à base d'énergies renouvelables. Cependant, la définition exacte des tarifs de revente de l'énergie produite reste à finaliser.

### Combustibles Domestiques

Le sous-secteur des combustibles domestiques est principalement régi par la Loi 98-03 du 08 Janvier 1998 portant Code Forestier complété par son décret d'application n°98-164 du 20 Février 1998, et par la Loi 2010-22 du 15 Décembre 2010 portant Loi d'orientation de la filière biocarburants ayant pour objet de créer les conditions favorables au développement de la filière. Elle définit notamment les orientations en matière de fixation du prix des biocarburants, de contrôle des activités dans toute la filière, de R&D, de régime fiscal et douanier et de conditions de production et de distribution.

Par ailleurs, dans la perspective de cette étude il convient de noter que le Sénégal a dès la fin des années 70, début des années 80 pris en charge la question énergétique dans toutes ses dimensions incluant, dans une certaine mesure, la maîtrise de l'énergie et la promotion des énergies renouvelables. Les principaux textes de référence sont la Circulaire primatoriale du 21 Décembre 1978 et la Loi 83-04 du 28 janvier 1983 portant sur l'utilisation de l'énergie, avec des dispositions sur la performance des appareils (Art.1.b, e. et f.).

## 2. Le potentiel énergétique du Sénégal

Le Sénégal comme de nombreux pays de la sous-région est caractérisé par un paradoxe énergétique qui consiste à importer des ressources qu'il ne possède pas alors qu'il existe des ressources inexploitées. En effet, le secteur énergétique dépend essentiellement de l'extérieur du fait de la prédominance des ressources énergétiques fossiles (produits pétroliers et autres hydrocarbures) que le pays ne possède pas alors qu'il dispose par ailleurs de nombreuses ressources naturelles dont le potentiel énergétique est avéré mais très peu exploité. Il s'agit là de rappeler les principales ressources énergétiques prouvées et disponibles.

### Biomasse

La biomasse comprend les produits forestiers ligneux (PFL : charbon de bois et bois) et non ligneux (PFNL : résidus agroforestiers) ainsi que les déchets agroindustriels et autres rejets issus de l'assainissement. Etant donnée l'origine du charbon de bois (transformation thermochimique du bois), on peut considérer que la principale ressource en biomasse est le

bois. Selon FAOSTAT, la capacité de production ligneuse s'élève à 331,3 Millions m<sup>3</sup> de bois<sup>3</sup> pour une demande annuelle d'environ 8 Millions m<sup>3</sup> par an.

Les autres ressources biomasses quant à elles ont fait l'objet de nombreuses estimations plus ou moins convergentes. Le potentiel énergétique des différentes ressources est ainsi donné dans le tableau 1. Il convient de noter qu'il s'agit d'estimations du premier ordre.

Tableau 1 : Ressources énergétiques de la biomasse au Sénégal<sup>4</sup>

Biomasse	Biomasse disponible (t/an) MS	Potentiel énergétique théorique (GJ/an)	Potentiel énergétique théorique (Tep/an)
Typha	520 000	8 870 000	211 100
Balle de riz	100 000	1 370 000	32 160
Coque d'arachide	150 000	2 250 000	52 820
Tiges (Maïs, Mil, Sorgho)	1 343 000	9 900 000	232 450
Ordures domestiques	365 000	1 700 000	40 800
Eaux usées		1 060 000	24 900
Déjection animaux	183 000	2 100 000	50 300
Déchets d'abattoir		33 600	790

Le tableau 1 recense les principales ressources disponibles qui ont fait l'objet d'une quantification. Il existe cependant de nombreuses autres ressources, telles que les rebuts et chutes issus de « l'industrie » du bois (sciures, copeaux,...) ou les déjections animales (bouses, fientes,...), non quantifiées, qui sont exploitables à des fins de production d'énergie.

### Solaire

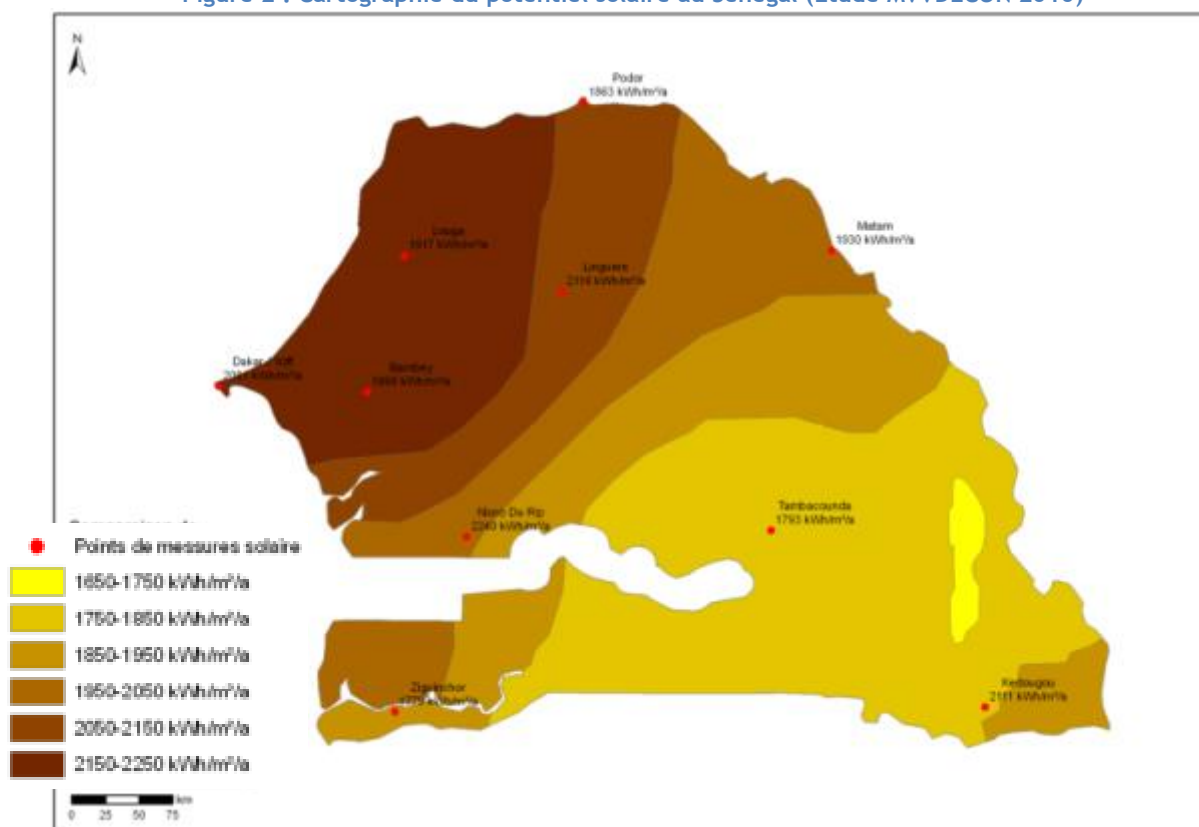
Le Sénégal est situé dans la zone sahélo-tropicale au 14° N et 14° Sud avec une superficie de 196192 km<sup>2</sup>. Selon une étude réalisée en 2010<sup>5</sup> sur l'évaluation du potentiel en énergie renouvelables, compte tenu des conditions d'ensoleillement du Sénégal, 45 km<sup>2</sup> de surfaces suffiraient pour assurer une production de 2700 GWh/an (soit quasiment la totalité des besoins du Sénégal). Cette étude indique qu'en tenant compte des surfaces, additionnelles à celles des panneaux, nécessaires aux infrastructures, aux aires de maintenance et de nettoyage ainsi qu'aux chemins d'accès aux panneaux il faut réserver 2 à 3 fois la superficie nette des panneaux pour une centrale photovoltaïque, soit, suivant le rendement des modules, une superficie de 2 à 5 ha par MWc. Cependant, l'énergie solaire pose des contraintes liées à son caractère intermittent et aux capacités de stockage durable et performant.

<sup>3</sup> Etude de faisabilité d'un programme national de biogaz domestique au Sénégal.

<sup>4</sup> Etude sur les aspects technique, économique et financier du cadre réglementaire pour la production l'électricité à partir des énergies renouvelables. Etude MVVDECON 2010.

<sup>5</sup> Ibid.

Figure 2 : Cartographie du potentiel solaire au Sénégal (Etude MVVDECON 2010)



## Complément de légende figure 2 : Détails

Rayonnement annuel (kWh/m²)	Rayonnement moyen/jour [kWh/m²]	Production annuelle spécifique nette [kWh/kW <sub>c</sub> ]
2200	6,03	1804
2100	5,75	1722
2000	5,48	1640
1900	5,21	1558
1800	4,93	1476

**Eolien**

Le potentiel éolien du Sénégal est essentiellement concentré dans la Grande Côte entre Thiès et Saint-Louis sur une bande d'environ 45 km de large<sup>6</sup>. Les vitesses de vent, dans cette zone, à 50 m sont comprises entre 5,7 et 6 m.s<sup>-1</sup>. Ce potentiel, exploité sur 5% de la surface de la bande côtière, offrirait une capacité de 680 MW pour une production d'environ 1200 à 1700 GWh.

**Hydraulique**

Le potentiel hydroélectrique du Sénégal serait de 1000 MW en exploitant les fleuves Sénégal et Gambie. A ce jour seul les barrages de Manatali (200 MW) et, plus récemment (2013), Félou (60 MW) sont en opération. En marge de ces projets, on peut noter les projets régionaux en cours au sein de l'OMVS et de l'OMVG, notamment avec les barrages de Sambangalou (128 MW prévu en 2018, situé au Sénégal) et Kaleta (240 MW prévu en 2015, situé en Guinée). Quant au potentiel des petites unités hydroélectriques (micro ou picohydraulique), les estimations ne sont pas connues.

<sup>6</sup> Ibid.

*De manière générale, l'absence de statistiques fiables et d'études détaillées relatives aux ressources énergétiques rend difficile l'appréciation du potentiel énergétique. De nombreuses études ont été réalisées mais souvent de manière isolée sans s'inscrire dans un cadre global de recherche sur le potentiel énergétique. Cadre qui aurait favorisé les recoupements, la cohérence et la convergence des différentes études afin de mieux cerner le potentiel énergétique du Sénégal.*

### Autres

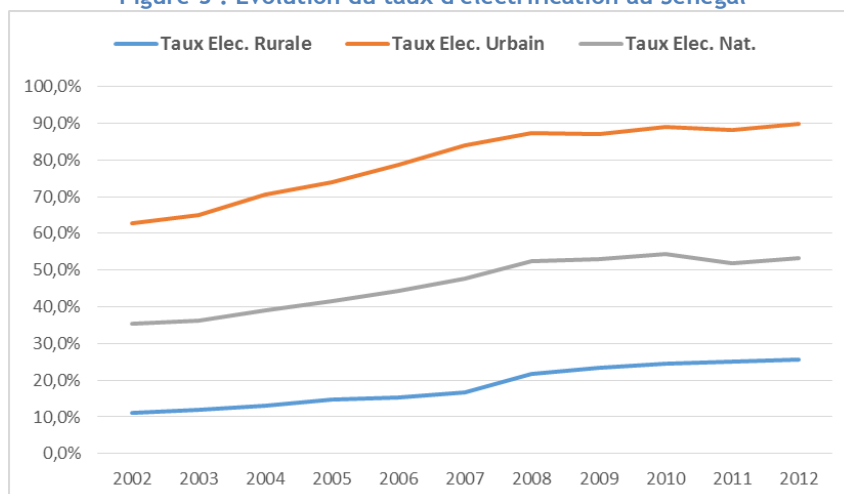
Le Sénégal, dispose d'autres ressources énergétiques renouvelables, notamment dans les biocarburants et l'énergie marémotrice avec près de 700 km de côtes. Cependant, il y a peu d'expérience dans l'exploitation, y compris à titre de démonstration, de ces formes d'énergie. Il convient alors d'encourager le développement d'expérience pilotes aussi bien dans la recherche scientifique que dans les initiatives locales avec le soutien des programmes de coopération comme le PERACOD.

## 3. Quelques chiffres clés de l'énergie au Sénégal

### Taux Electrification

Selon le bilan du SIE en 2012, le taux d'électrification national était de 54,5%, soit une croissance de près de 57% au cours de la dernière décennie. Ce taux cache toutefois de fortes disparités entre les milieux urbain et rural ; en effet, le taux d'électrification y est respectivement de 89,8% et de 25,7%. L'électrification rurale requerra dans les prochaines années un effort soutenu à la hauteur des ambitions fixées par le Gouvernement du Sénégal à l'horizon 2017<sup>7</sup> et 2018<sup>8</sup>. En effet, si on considère une croissance annuelle moyenne entre 2012 et ces échéances, le taux d'électrification rurale devrait s'établir dès 2013 à près de 30%. Il conviendra d'observer les statistiques nationales officielles publiées par le SIE pour apprécier l'effort à développer pour l'atteinte de ces objectifs. L'évolution des taux d'électrification national, urbain et rural est rappelée sur la figure 3.

Figure 3 : Evolution du taux d'électrification au Sénégal



<sup>7</sup> Objectif LPDSE 2012 : 50% de taux d'électrification en milieu rural en 2017.

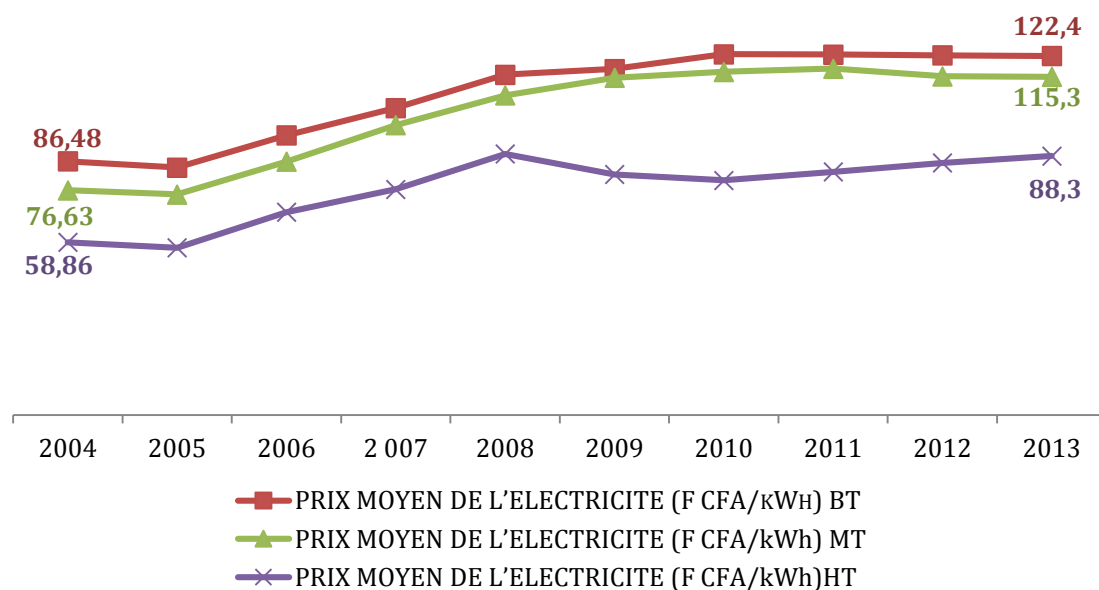
<sup>8</sup> Objectif PSE 2013 : 60% de taux d'électrification en milieu rural en 2018.

## Tarifs de l'Energie

### Electricité

Les tarifs de l'électricité au Sénégal sont réglementés et fixés par la commission de régulation du secteur de l'électricité (CRSE) en fonction du revenu maximal autorisé (RMA) à la SENELEC par période de 3 ans. Ce tarif est le résultat d'une modélisation économique et financière intégrant les prévisions de vente, les amortissements, les charges d'exploitation, l'inflation, etc. Une des principales caractéristiques du sous-secteur de l'électricité est la faible variabilité des prix de l'électricité (figure 4) alors même que de nombreux paramètres clés dans sa détermination sont très variables ; par exemple : la demande prévisionnelle, l'inflation, les cours du pétrole,... Cela est dû à la subvention régulière de l'Etat qui, pour éviter l'explosion des tarifs appliqués aux consommateurs finaux, compense les pertes de revenus de la SENELEC pour lui garantir son RMA. Cette subvention qui tend à devenir structurelle est intenable et est appelée à disparaître. En effet, l'Etat est engagé dans un processus de dépérissement de la subvention imposé par les instruments de soutien à la politique économique tels que le FMI. Ces dernières années la subvention au sous-secteur de l'électricité a atteint des niveaux assez élevés, environ 120 Milliards FCFA en 2012 et 90 Milliards en 2013.

Figure 4 : Evolution des tarifs moyens de l'électricité distribuée par la SENELEC



Du point de vue de la maîtrise de l'énergie, il convient de noter l'action de la SENELEC, en accord avec la CRSE, visant à favoriser la maîtrise de la demande des usagers. En effet, en 2008 la grille tarifaire est passée d'un système dégressif à un système progressif ; l'impact de cette action sur l'évolution de la demande et de la pointe n'est pas documenté. Cela reste néanmoins un véritable levier de maîtrise de l'énergie qu'il faut étudier dans tous les secteurs. En effet, certains experts du secteur pensent que la réduction du coût de l'énergie devrait permettre de réduire les vols de l'électricité et donc les pertes commerciales qui représentent un manque à gagner considérable pour la SENELEC.

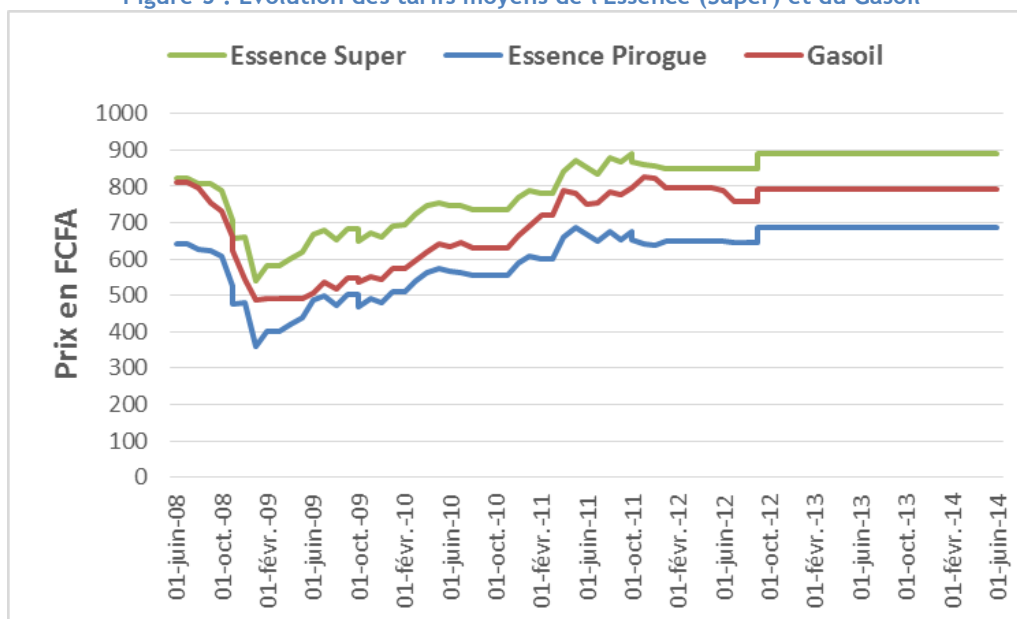
### Hydrocarbures

Les prix des produits pétroliers sont calculés par le Comité National des Hydrocarbures (CNH) et sont déterminés à partir de l'évolution des coûts des produits pétroliers. Une des principales caractéristiques de la structure tarifaire des hydrocarbures est la multiplicité de taxes et prélèvements fiscaux et parafiscaux qu'elle comporte. Les hydrocarbures représentent en ce sens une importante source de recettes pour l'Etat qui inhibe toute velléité d'action sur les prix, notamment à la baisse. Les tarifs des hydrocarbures sont révisés toutes les 4 semaines.

Par ailleurs, afin de maintenir des tarifs identiques sur l'ensemble du territoire national, l'Etat du Sénégal a mis en place un système de péréquation sur les produits blancs (super, Gasoil, etc.), représentant 80% des produits transportés. La « péréquation transport » (18,5 F/l) est un forfait moyen versé aux sociétés pétrolières (distributeurs et industriels) pour compenser les coûts de transport et de distribution. Les sociétés doivent reverser à l'Etat les excédents dans le cas où les ressources collectées sont supérieures à leur coût de revient réel du transport. Par exemple, si la péréquation s'élève à 12 FCFA, et que le transport n'a coûté finalement que 3 FCFA à la compagnie, celle-ci reverse à l'Etat le différentiel (9 FCFA).

La figure 5 présente l'évolution du prix sur les produits pétroliers directement achetés par les populations (Essence et Gasoil).

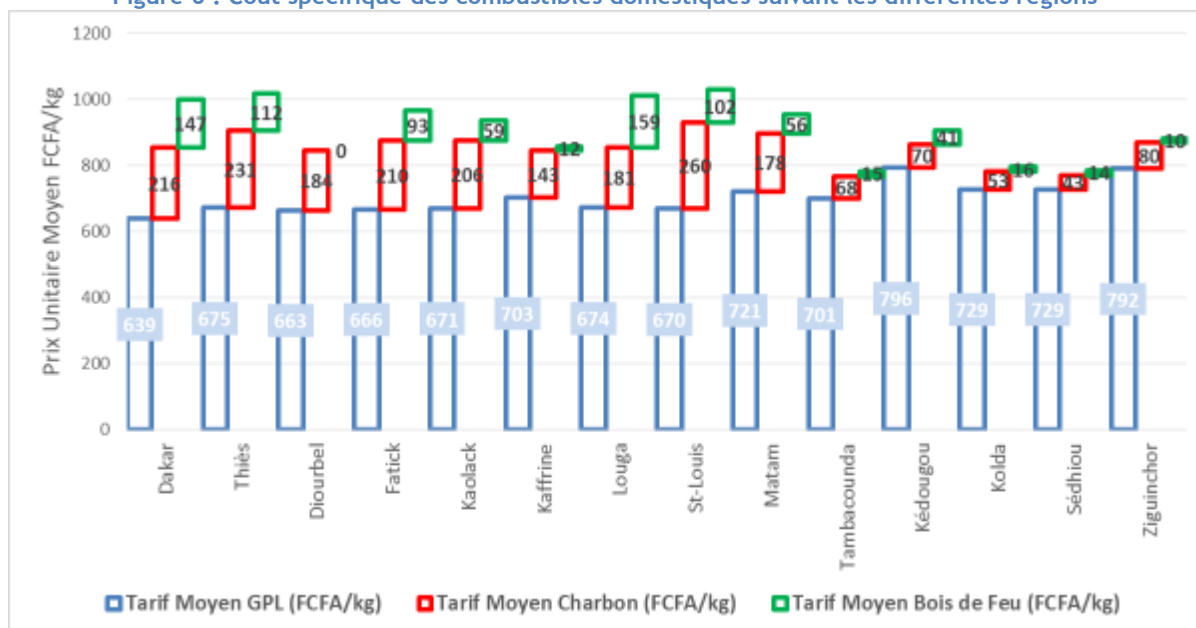
Figure 5 : Evolution des tarifs moyens de l'Essence (Super) et du Gasoil



### Combustibles domestiques

Il existe deux catégories de tarifs dans le sous-secteur des combustibles : i) les tarifs réglementés qui concernent le GPL (calculés par le CNH sans mécanisme de péréquation pour le transport) et ii) les tarifs non contrôlés appliqués au marché du bois et du charbon de bois. Ces derniers varient en fonction de différents paramètres tels que la distance à la source de production. Les tarifs indicatifs pour les principaux combustibles domestiques sont donnés sur la figure 6.

## Le secteur de l'énergie du Sénégal : Cadres, Potentiels et Caractéristiques

Figure 6 : Coût spécifique des combustibles domestiques suivant les différentes régions<sup>9</sup>

Le GPL a fait l'objet d'une politique volontariste de soutien de l'Etat qui, depuis son introduction dans les années 70, a fortement subventionné (298 F/kg<sup>10</sup>) les tarifs pour en favoriser la diffusion. Depuis 2009, cependant, cette subvention a été définitivement supprimée (après deux premières levées en 1998 et 2001).

### Intensité Energétique Primaire

L'intensité énergétique primaire est un indicateur macroéconomique qui mesure la performance énergétique d'un pays à travers l'énergie totale qu'il a utilisée pour assurer toute sa production de biens et de services, rapportée à la valeur monétaire de cette même production (PIB). Ainsi, en 2012, l'intensité énergétique du Sénégal s'est située à 0,33 Tep/k\$ US. Comparée à 2000, cette intensité a baissé d'environ 13%, traduisant ainsi une économie de moins en moins consommatrice d'énergie. Cependant, cela ne traduit pas nécessairement une plus grande efficacité puisque de nombreux autres facteurs peuvent conduire à cette baisse. On peut citer la conjoncture économique (difficultés de certaines grandes entreprises comme les ICS pendant une certaine période), la structure de l'économie (développement des activités de services et informelles, créatrices de valeurs et intrinsèquement faibles consommateurs d'énergie), les crises énergétiques successives dans les années 2007 à 2011... Dans cette perspective la stratégie de maîtrise de l'énergie apportera une grande contribution à la compréhension des évolutions de l'intensité énergétique primaire.

### Autonomie

L'indépendance énergétique mesure le rapport entre les ressources énergétiques primaires propres et l'ensemble des ressources utilisées incluant les importations. Le Sénégal a un taux d'indépendance énergétique global autour de 54%<sup>11</sup>. Cependant, si on ne considère pas la biomasse, essentiellement utilisée pour la cuisson dans les ménages, le Sénégal se révèle

<sup>9</sup> Enquête nationale portant sur la consommation et les pratiques des ménages en combustibles domestiques, SEMIS 2014.

<sup>10</sup> *Ibid.* Subvention avant la première levée en 1998.

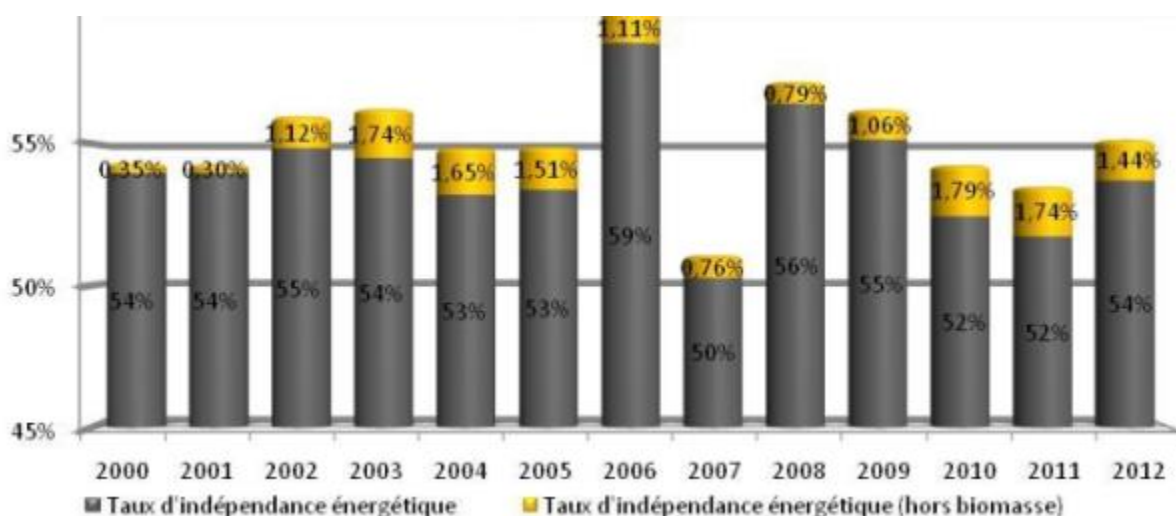
<sup>11</sup> Rapport SIE 2013.



## Le secteur de l'énergie du Sénégal : Cadres, Potentiels et Caractéristiques

être un pays totalement dépendant de l'extérieur pour l'approvisionnement énergétique de toute ses activités économiques modernes. En effet, le taux d'indépendance passe alors à 1,44%. Cette dépendance a un très fort impact défavorable sur la balance commerciale du Sénégal du fait de la facture pétrolière. En effet, en 2012 cette facture s'élevait à près de 750 Milliards de FCFA mobilisant ainsi près de 59,5% du revenu des exportations du Sénégal. Dans cette perspective la maîtrise de l'énergie un très fort enjeu pour la performance économique du Sénégal. Le déséquilibre de la balance énergétique du Sénégal est particulièrement marqué lorsqu'on considère les énergies modernes, essentielles pour la production économique du pays ; ce déséquilibre est illustré par la prédominance des importations de produits pétroliers principale ressource énergétique utilisée au Sénégal (figure 7).

Figure 7 : Illustration du déséquilibre de la balance énergétique du Sénégal à travers le taux d'indépendance énergétique. Source : SIE-Sénégal 2013.



### III. La Maîtrise de l'Energie au Sénégal

Il est important de préciser que, dans ce rapport, l'expression « Efficacité énergétique » renvoie à la maîtrise de l'énergie dans son acception générale. En effet, la notion de maîtrise de l'énergie, englobe à la fois l'efficacité énergétique, au sens technique (amélioration du rendement énergétique, diversification des ressources et maîtrise de la demande), et la rationalisation des usages. Cependant, l'usage commun de l'expression « Efficacité énergétique » pour désigner les politiques de maîtrise de l'énergie nous conduit à utiliser indifféremment les deux expressions.

#### 1. Qu'est-ce que l'efficacité énergétique ?

Définir l'efficacité énergétique n'est pas un exercice simple. En effet, il existe de nombreuses définitions dans la littérature plus ou moins différentes selon les objectifs finaux visés.

Dans une perspective politique, la maîtrise de l'énergie peut être définie comme une approche qui vise, à travers des mesures techniques (diversification des ressources énergétiques, promotion des meilleures technologies disponibles), organisationnelles (stratégies de maîtrise de la demande et systèmes d'information énergétique) et comportementales (information et sensibilisation), à réduire les factures énergétiques des usagers, et par extension des pays.

Du point de vue opérationnel, la maîtrise de l'énergie est l'ensemble des actions synergiques qui, mises en commun, permettent de réduire la consommation d'énergie et/ou la facture énergétique d'une organisation (sociale ou économique). Elle peut être vue, par la réduction des consommations et la baisse de la demande qu'elle induit, comme une forme de production d'énergie virtuelle.

En résumé, la maîtrise de l'énergie s'appuie ainsi sur des actions dites actives qui visent à optimiser les consommations par des dispositifs de régulation ou d'optimisation, et des actions dites passives portant sur l'amélioration de la performance intrinsèque des équipements et des matériaux. Il s'agit donc d'optimiser la fourniture d'énergie (Alimentation), d'améliorer la performance des installations et équipements (Utilisation) et de sensibiliser les usagers à la sobriété énergétique (Usage).

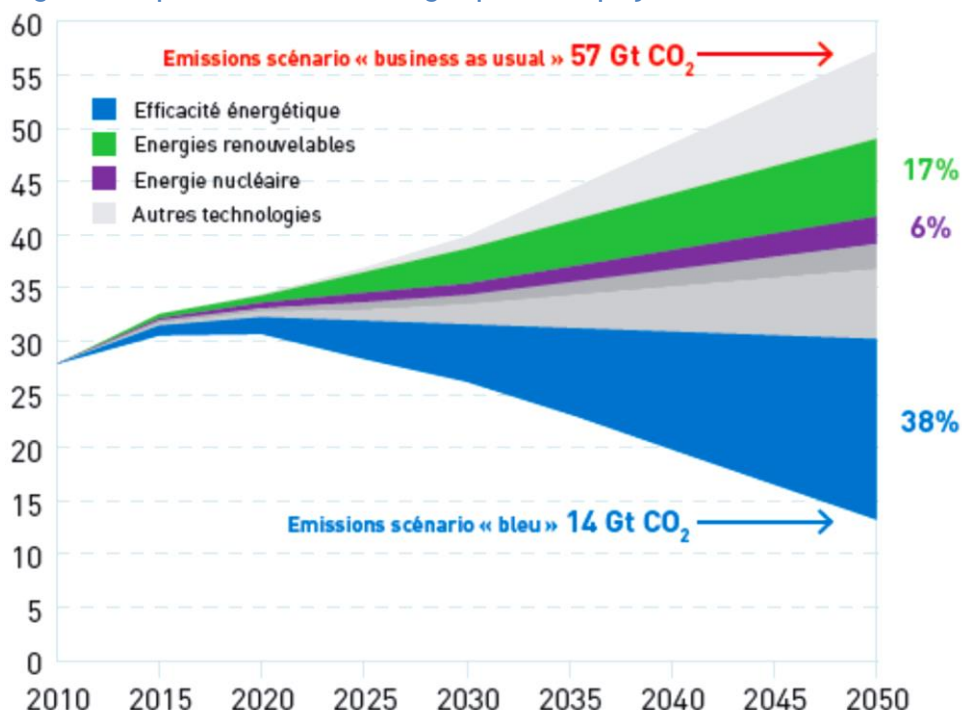
Du point de vue de la performance des entreprises, l'efficacité énergétique est, par sa transversalité à toutes les fonctions (organisation, qualité, achats, communication, marketing, production, maintenance,...), un outil de pilotage stratégique qui contribue à fiabiliser la disponibilité, au meilleur coût, du facteur de production indispensable qu'est l'énergie. Cette transversalité en fait une porte d'entrée vers une mise à niveau globale de l'entreprise et permet à terme d'aboutir à différentes options que les organisations peuvent exploiter : compétitivité (réduction des charges traduite en baisse des prix de vente), rentabilité (réduction de charges traduite en augmentation de la marge à prix constants) et productivité (réduction de l'intensité énergétique des unités de valeur).

Au-delà de la réduction de la facture énergétique, la maîtrise de l'énergie, considérant la nécessité avérée de protection du climat et d'exigences environnementales de plus en plus

fortes, constitue également un important levier de réduction de l'empreinte écologique des organisations (pays, entreprises ou ménages).

La figure 8 ci-après confirme, à travers l'impact sur les émissions de CO<sub>2</sub> projetées en l'an 2050, l'importance de l'efficacité énergétique dans le paysage énergétique du futur. Cette tendance est principalement tirée par les pays occidentaux et, de plus en plus, les pays émergents. Il convient de noter que l'Afrique, et en l'occurrence le Sénégal, suit cette orientation ; de nombreuses initiatives ont été entreprises au Sénégal avec plus ou moins de succès (cf. §III.2).

Figure 8 : Impact de l'efficacité énergétique sur les projections d'émissions de CO<sub>2</sub><sup>12</sup>



## 2. Historique de la Maîtrise de l'énergie au Sénégal

Les premières initiatives visant à promouvoir la maîtrise de l'énergie datent du début des années 80 dans la dynamique d'élaboration des premières politiques énergétiques dans plusieurs pays africains, suite à la crise pétrolière des années 70. Elles ont depuis concerné, à des degrés variés et souvent au stade de missions pilotes sans suites, divers secteurs (administration, industries, hôpitaux, municipalités, ménages, etc.). Les principaux projets mis en œuvre dans le cadre de cette dynamique sont :

- Le programme de Redéploiement Énergétique du Sénégal (RENES) développé en deux phases entre 1980 et 2000. La phase I (1981-1990) poursuivait essentiellement des objectifs économiques visant à réduire la dépendance énergétique (-50% de la demande nationale sur 10 ans) par l'application de la vérité des prix, la promotion de la maîtrise des consommations et des ressources énergétiques alternatives,

<sup>12</sup> L'efficacité énergétique levier de la transition énergétique (GIMELEC) ; Référence à IEA, Energy Technology Perspectives, 2010.

indigènes, de production d'énergie. La phase II (1991-2000) a permis d'intégrer les dimensions environnementale (réduction des émissions) et sociale (accès à l'énergie).

- L'étude SEMA Energie réalisée en 1983, qui a permis d'évaluer le potentiel d'économies d'énergie dans le secteur des transports. Cette étude estimait le potentiel d'économies à 25200 Tep.
- Le programme économies d'énergie dans l'industrie, lancé en 1986, qui visait à améliorer l'efficacité énergétique dans l'industrie, et a abouti à des investissements de l'ordre de 5 Mds FCFA.
- Le programme ENERBAT (1993 - 2004) qui avait pour objectif la réduction des émissions de gaz à effet de serre par la promotion de l'efficacité énergétique dans le bâtiment. Ce programme a porté sur 50 bâtiments administratifs et privés (bureaux, commerces, hôpitaux, hôtels et universités).
- Le programme de diffusion des LBC (1998) : 110000 LBC de 11 W distribuées dans les administrations (casernes, hôpitaux,...), les hôtels et restaurants et dans les ménages.
- Les programmes PERACOD et PROGEDE (depuis les années 1990), conjointement initiés par l'Etat du Sénégal et la coopération technique allemande (GIZ). Ces programmes sont destinés à favoriser l'accès à l'énergie ainsi que son utilisation rationnelle ; notamment dans les combustibles domestiques avec les programmes de promotion des foyers améliorés (FASEN) et des initiatives sur les meules de carbonisation.
- L'étude de Maîtrise de la Demande d'Electricité (MDE) de la SENELEC (2007) qui a évalué un potentiel d'économies d'énergie dans le sous-secteur de l'électricité au Sénégal à travers la proposition d'un programme d'actions d'économies d'énergie. Certaines composantes de ce programme tels que la diffusion des lampes basse consommation (LBC<sup>13</sup>), l'effacement des clients industriels en période de pointe, la tarification progressive et la communication, ont été mises en œuvre entre 2009 et 2013 et ont eu des impacts notables.
- La mise en place d'une ligne de crédit de 8 M€ (2009 - 2013), par l'Agence Française du Développement (AFD), dédiée à la mise à niveau énergétique et environnementale. Cette ligne a été consommée à plus de 95% à ce jour et a démontré la pertinence de la ligne de crédit comme mécanisme de financement avec des taux bonifiés (4% maximum) et des conditions de remboursement favorables (différé d'un an et durée minimale de 36 mois).
- Le programme de mise à niveau des entreprises Sénégalaise Programme d'accompagnement des entreprises sénégalaises dans l'amélioration de leurs performances économiques. Dans ce cadre une composante efficacité énergétique a été mise en place et bénéficié à beaucoup d'entreprises, souvent des PME ou des hôtels, de tailles variables. Cependant, les conditions d'accès et l'absence de guichet unique entravent le développement de l'accompagnement offert par le bureau de mise à niveau (BMN).
- La nouvelle ligne SUNREF de 45 M€ (30 M€ pour les projets et 15 M€ pour les études) mise en place<sup>14</sup> par l'AFD au niveau régional (fin 2014) pour un démarrage effectif en 2015. Cette ligne couvre plusieurs pays de la zone UEMOA.

<sup>13</sup> La composante LBC consistait en 2009 en une distribution de 3,5 Millions de lampes à économie d'énergie en remplacement des lampes à incandescence. La SENELEC a réalisé une phase pilote de 550 000 lampes et le projet a été par la suite transféré à l'AEME.

<sup>14</sup> Cette ligne couvre cependant 5 pays (Côte d'Ivoire, Sénégal, Togo, Bénin et Burkina Faso).

- Les programmes actuellement développés par l'AEME qui portent sur des actions de communication, de réglementation pour l'efficacité énergétique, de réduction des dépenses d'électricité de l'Administration, du renforcement de capacités des acteurs, de la réalisation d'études pour une meilleure maîtrise de la situation énergétique (dont la présente étude fait partie), du développement de projets pilotes dans les bâtiments et de la réalisation de diagnostics énergétiques. Ces actions sont complétées par la poursuite du programme de diffusion des lampes à économie d'énergie avec un objectif de 3 millions de lampes. La plupart de ces projets ont été entamés en 2014.
- L'engagement de plusieurs initiatives sur le plan législatif et réglementaire : i) création de l'AEME en 2011, qui reste cependant dans une phase de structuration et de démarrage de ses activités ; ii) loi 2011-160 portant interdiction d'importation des lampes à incandescence, qui n'a pas permis d'atteindre les objectifs fixés faute de disposition de contrôle de la conformité des équipements et de la bonne application de la loi ; et iii) loi 2008-43 portant Code de l'urbanisme et son décret 2009-1450 (Art. R196) qui précise ses exigences réglementaires.
- Loi 83-04 du 28 janvier 1983 portant sur l'utilisation de l'énergie, avec des dispositions sur la performance des appareils (Art.1.b, e. et f.) ; loi qui, faute de décrets d'application et de dispositions de mise en œuvre adéquates, n'a pas permis d'atteindre les objectifs du Sénégal en matière de maîtrise de l'énergie.
- Les autres programmes ponctuels (éco-villages, Programme National Biogaz, Programme National Efficacité Energétique dans le bâtiment - PNEEB,...) menés par le Ministère en charge de l'Energie à travers la DEME (Direction de l'Economie et de la Maîtrise de l'Energie), le Ministère en charge de l'Environnement et certains partenaires techniques.

De manière générale, ces initiatives ont été très riches en expérience mais elles n'ont pas eu l'impact véritablement recherché. En effet, elles ont souvent consisté en des audits, souvent sommaires, sans nécessairement résulter en des actions et des projets mis en œuvre. Les problématiques posées dans la Loi 1983-04 sur l'utilisation de l'énergie, semblent encore d'actualité aujourd'hui. Il convient cependant de noter que les dernières initiatives, bien qu'encore trop ponctuelles en termes d'impacts, ont généré un plus grand engouement qui inscrit la politique de maîtrise de l'énergie dans une dynamique nationale très favorable, en phase avec les actions à l'échelle internationale.

### 3. Etat de l'art de la Maîtrise de l'Energie au Sénégal

L'état de l'art vise à présenter la situation du marché de l'efficacité énergétique au Sénégal. Le marché de l'efficacité énergétique s'entend ici comme l'espace structuré d'échanges de biens et de services contribuant à la réduction des consommations d'énergie des différents acteurs économiques sénégalais que sont les ménages, les entreprises, les administrations, etc. Ce marché couvre à la fois les segments de l'offre et de la demande dans tous les sous-secteurs de l'énergie (électricité, hydrocarbures, et combustibles traditionnelles et modernes pour tous les usages). Il est caractérisé par un certain nombre de forces et de faiblesses ainsi que par certaines menaces et opportunités qui ont été identifiées, de manière participative, à travers un focus group, dans le cadre de cette étude. La liste des structures ayant participé au focus group pour l'élaboration de ce bilan est présenté en annexe 1.

**Forces et Faibles du marché de la Maîtrise de l'Energie**

L'analyse des forces et faiblesses a été réalisée suivant certains axes de développement de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal en particulier ceux des cadres institutionnel, juridique et réglementaire, des mécanismes de financement, et des dispositions de mise en œuvre.

*Sur le volet institutionnel, les forces et faiblesses du marché de l'efficacité énergétique font références à la disponibilité des documents de politique et de planification, à l'existence de structures ou agences en charge de la politique de maîtrise et d'économie d'énergie, à la qualité de coordination des acteurs institutionnels et au dynamisme des partenariats.*

CADRE INSTITUTIONNEL	FORCES	FAIBLESSES
Cadre Institutionnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Intégration de la maîtrise de l'énergie dans la LPDSE (2007 et 2012) ;</li> <li>○ Création de l'AEME (décret 2011-160);</li> <li>○ Existence d'une association de normalisation reconnue (ASN) ;</li> <li>○ Mise en place du SIE Sénégal;</li> <li>○ Coopération internationale avec des partenaires institutionnels porteurs de projets dans le domaine de l'efficacité énergétique (GIZ, PNUD, AFD, FEM,...) ;</li> <li>○ Coopération régionale avec la création de l'ECREEE et la mise en place du réseau régional des Institutions Nationales Points Focaux sur l'EE (INF) ;</li> <li>○ Existence de centres de formation et recherche dans le domaine de l'énergie (CERER et LEA).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Leadership limité de l'AEME ;</li> <li>○ Besoin d'appui des plus hautes autorités de l'Etat pour porter les projets et programmes d'efficacité énergétique.</li> <li>○ Grande diversité des institutions et programmes traitant de l'EE (besoin d'un système de suivi au niveau de l'AEME) ;</li> <li>○ Insuffisance du contrôle et du suivi-évaluation des programmes et projets d'EE ;</li> <li>○ Faible mobilisation des acteurs majeurs du secteur de l'énergie dans les initiatives portées par les institutionnels.</li> </ul>



*Sur le plan juridique et réglementaire, les forces et faiblesses du marché de l'efficacité énergétique sont en rapport à l'existence des textes organisant les principaux acteurs, au niveau d'application et de maturité des textes en vigueur.*

CADRE JURIDIQUE ET RÉGLEMENTAIRE	FORCES	FAIBLESSES
Cadre juridique et réglementaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Existence du Décret n°2011-160 du 28 juin 2011 interdisant l'importation et la production au Sénégal de lampes à incandescence et la promotion des lampes basses consommation ;</li> <li>○ Introduction de l'efficacité énergétique dans le Code du bâtiment par la Loi n°2008-43 du 20 août 2008 et le décret 2009-1450 (Art. R196) ;</li> <li>○ Elaboration de normes sur l'efficacité énergétique (ASN) portant sur les différents domaines de l'efficacité énergétique : équipements électriques, bâtiment, chauffe-eau solaires, etc.</li> <li>○ Promulgation de Lois sur les énergies renouvelables (2010-21 et 2010-22) ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Absence d'une Loi Cadre en faveur de l'EE ;</li> <li>○ Absence de réglementation sur l'EE (obligation de maîtrise de l'énergie pour tout ou partie des consommateurs notamment dans les entreprises, imposition de label énergétique, imposition de normes d'EE alors que de nombreuses normes existent) ;</li> <li>○ Faible application des normes élaborées (cf. point précédent) ;</li> <li>○ Lenteur dans la promulgation des lois et règlements ;</li> <li>○ Lenteur dans la publication des décrets d'application notamment pour la promotion des énergies renouvelables (décret pour la définition des tarifs de rachat de la production d'origine renouvelable, décret d'application de la loi sur les biocarburants) ;</li> <li>○ Faiblesse du cadre réglementaire pour une prise en charge de la gestion des déchets ;</li> <li>○ Absence de la culture de contrôle et de sanction concernant le respect de la réglementation (e.g.</li> </ul>



## La Maîtrise de l'Energie au Sénégal

CADRE JURIDIQUE ET RÉGLEMENTAIRE	FORCES	FAIBLESSES
		interdiction de certains produits, qualification des experts en efficacité énergétique,...).

*Les forces et faiblesses mises en évidence sur le volet relatif au mécanisme de financement sont en rapport à l'existence et au niveau d'accessibilité des incitations financières et des dispositifs de mobilisation de ressources mis en place pour accompagner le développement du marché de l'efficacité énergétique.*

MÉCANISMES DE FINANCEMENT	FORCES	FAIBLESSES
Mécanismes de financement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expérience en matière de finance carbone avec quelques projets comme la diffusion des fourneaux améliorés ;</li> <li>Expérimentation d'une ligne de crédit verte (8 M€) avec l'AFD ;</li> <li>Financement du Fond mondial pour l'environnement (FEM) et du PNUD (e.g. PNEEB);</li> <li>Mise en place d'une convention de financement à taux préférentiel pour promouvoir l'énergie solaire domestique (BHS/MEDDER/MEF);</li> <li>Offre de primes pour les projets d'efficacité énergétique dans le cadre des projets de mise à niveau (BMN).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faible utilisation des mécanismes de financement vert (MDP, fonds Verts, LC,...);</li> <li>Absence de mécanismes de garantis appropriés aux projets d'EE (fonds de garantie, dettes souveraines,...) ;</li> <li>Absence de recours aux mécanismes de financements innovants tels que le tiers-investissement proposé par les ESCO ;</li> <li>Faible connaissances du marché de l'efficacité par le secteur banque-finance-assurance ;</li> <li>Absence totale (en dehors de la ligne AFD domiciliée à la SGBS) de produits et services financiers ou prudentiels dédiés aux acteurs du marché de l'EE ;</li> <li>Absence d'incitations</li> </ul>

## La Maîtrise de l'Energie au Sénégal

MÉCANISMES DE FINANCEMENT	FORCES	FAIBLESSES
		<p>financières (fiscales et/ou douanières) pour promouvoir les investissements des entreprises et des ménages dans les solutions d'efficacité énergétique ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Forte dépendance des initiatives relatives à l'efficacité énergétique aux dispositifs de financement extérieurs.</li> </ul>

*Au niveau des dispositions de mise en œuvre, les forces et faiblesses identifiées font référence à la capacité et à la qualité d'exécution des projets et programmes sur l'efficacité énergétique avec des résultats et des impacts forts.*

DISPOSITIONS DE MISE EN ŒUVRE	FORCES	FAIBLESSES
Dispositions de mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Existence d'une cellule d'assistance technique au BMN ;</li> <li>○ Existence d'un vivier d'experts indépendants en efficacité énergétique ;</li> <li>○ Organisation de quelques formations sur l'Efficacité Énergétique et la conduite des audits énergétiques ;</li> <li>○ Implication systématique des experts locaux dans les projets d'Efficacité Énergétique qui ont été initiés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Faible communication et promotion de l'efficacité énergétique au niveau des consommateurs (corollaire déficit de notoriété de l'AEME) ;</li> <li>○ Limitation des moyens mis à la disposition des acteurs institutionnels notamment de l'AEME ;</li> <li>○ Faible disponibilité de ressources humaines qualifiées et agréées ;</li> <li>○ Absence de système de certification ou d'agrément des experts en efficacité énergétique ;</li> <li>○ Absence, dans les programmes d'enseignement supérieur, de formations dédiées ou incluant</li> </ul>

DISPOSITIONS DE MISE EN ŒUVRE	FORCES	FAIBLESSES
		<p>fortement l'efficacité énergétique dans toutes ses dimensions ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Absence de dispositifs de contrôle et de surveillance de l'application de la réglementation et de la conformité des produits et services destinés à l'efficacité énergétique (cas des lampes à incandescence encore utilisées alors que leur importation est interdite par le décret 2011-160) ;</li> <li>○ Absence de cabinets et structures dédiés à l'efficacité énergétique telles que les ESCO (voir lien avec financement) ;</li> <li>○ Subvention du coût de l'électricité qui n'encourage pas à la maîtrise de l'énergie.</li> </ul>

### Opportunités et Menaces du marché de la Maîtrise de l'Energie

*Le statut embryonnaire du marché de l'efficacité énergétique sénégalais suggère l'existence de nombreuses opportunités de développement du point de vue de la réduction des consommations mais également de l'activité économique. Ceci étant, la pleine exploitation de ce potentiel devra tenir compte d'un certain nombre de menaces dans les différents axes de la stratégie qu'il conviendra de lever pour s'aligner aux meilleurs standards en matière de politique de maîtrise de l'énergie.*

	MENACES	OPPORTUNITES
<b>Cadre institutionnel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Risque de fragilisation des dynamiques engagées pour l'efficacité énergétique du fait changements qui ont lieu au niveau des organes de décisions (Ministres, DG d'agences, ...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Possibilité d'adapter le cadre institutionnel pour une meilleure prise en charge de l'efficacité énergétique comme un véritable outil de la planification énergétique.</li> </ul>

MENACES		OPPORTUNITES
<b>Cadre juridique et réglementaire</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Projet d'élaboration d'une Loi Cadre dédiée à l'efficacité énergétique.</li> <li>○ Mise en place d'exigences minimales en matière d'efficacité énergétique.</li> <li>○ Exploitation de la très grande base de normes pour développer la réglementation en matière d'efficacité énergétique.</li> </ul>
<b>Mécanismes de financement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Multiplication des institutions impliquées dans le financement de l'EE avec des conditions très variées.</li> <li>○ Déficit de mobilisation pour la promotion des grands projets d'efficacité énergétiques permettant d'attirer les grandes sources de financement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Plus grande implication des grands bailleurs africains (BAD, BOAD, BIDC...) dans le financement du marché de l'efficacité énergétique ;</li> <li>○ Existence de fonds d'investissement spécialisés dans le financement du marché de l'efficacité énergétique et intéressés par des pays structurés comme le Sénégal ;</li> <li>○ Mise en place de mécanismes de subvention et d'exonération des investissements des entreprises/ménages dans l'efficacité énergétique pour développer un secteur porteur, doper la croissance économique et favoriser la création d'emploi ;</li> <li>○ Création du FONGIP et de la BNDE qui pourraient se positionner pour le financement et la garantie dans l'efficacité énergétique.</li> </ul>
<b>Dispositions de mise en œuvre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Absence de contrôle du développement et de l'installation des acteurs du marché de l'efficacité énergétique (experts, cabinets, fournisseurs d'équipements,...).</li> <li>○ Faible capacité (spectre de connaissances technique réduit et manque de moyens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Existence de quelques experts indépendants, aux capacités techniques reconnues, qui peuvent être accompagnés pour établir des cabinets et bureaux d'études dédiés à l'efficacité énergétique ;</li> <li>○ Exploitation des outils numériques pour favoriser la sensibilisation sur les besoins, les mécanismes et les</li> </ul>

MENACES		OPPORTUNITES
	<p>matériels) des acteurs nationaux qui pourrait être défavorables à la création de valeur localement (prestations assurées par des acteurs non sénégalais) ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Risque de redondance voire de contradictions avec la multiplication des initiatives dédiées à l'efficacité énergétique portées par des plusieurs organisations différentes.</li> <li>○ Risque de déperdition des fonds du fait de la redondance des actions engagées entre les différentes initiatives.</li> </ul>	<p>dispositifs de financement du marché de l'efficacité énergétique.</p>

### Contraintes et défis de la maîtrise de l'énergie au Sénégal

L'analyse SWOT appliquée à la maîtrise de l'énergie révèle que celle-ci représente sans conteste une réelle opportunité économique pour l'économie sénégalaise. Cependant, elle souffre d'un certain nombre de contraintes qui entravent son développement. Les principaux défis à relever sont d'ordre technique (pour la mise en œuvre) et financier.

Sur le plan financier, malgré les nombreuses opportunités de financement qui sont offertes dans le monde de l'efficacité énergétique (AFD/PROPARCO, FFEM, SABER, UEMOA, ECREEE, BIDC, CDE,...), les institutions financières locales n'offrent presque aucune solution dédiée aux projets d'économies d'énergie. Les défis majeurs pour le développement des mécanismes de financement sont :

- La méconnaissance des projets EE pour les investisseurs institutionnels et les assureurs.
- La difficulté d'appréciation des risques, absence de capacité technique.
- La priorité des entreprises accordée aux investissements productifs.
- La variété des niveaux d'investissements et des « paybacks » naturel trop long pour certaines solutions.
- La taille des projets qui ne favorise pas la mise en place de financements structurés ad hoc.
- L'immatérialité partielle des projets d'économies d'énergies (partie audit et études de faisabilité) qui n'offrent pas de contrepartie utilisables en guise de nantissement.

Sur le plan technique, le principal enjeu porte sur l'offre locale de services éco-énergétiques dont la capacité est déterminante pour la mise en œuvre des projets. Depuis l'avènement des problématiques liées à l'efficacité énergétique, une offre d'expertise dédiée à ces services s'est développée au Sénégal. Cette offre est principalement constituée d'experts

individuels souvent très spécialisés dans un seul métier (électricité, thermique, froid,...) et très faiblement équipés ; alors que l'activité même requiert la possession d'équipements onéreux dédiés à la mesure, à l'observation et à la vérification des flux énergétiques. Contrairement à l'occident ou au Maghreb, il n'y a véritablement aucun cabinet spécialisé dans la conduite de projets, clefs en main, d'économies d'énergie. De telles structures sont communément appelées ESCO (Energy Services Company), elles disposent de compétences transversales à toutes les problématiques énergétiques rencontrées et ont la particularité de proposer des projets clefs en main comprenant le financement. Le défi est donc d'exploiter efficacement le vivier d'experts en place pour faire émerger des cabinets et bureaux d'études aux compétences transversales avec une plus grande capacité d'exécution. Par ailleurs, l'absence de système de qualification et/ou de certification international, ou même national, constitue une barrière au développement du marché de l'efficacité énergétique. En effet, ce système permettrait d'encadrer les pratiques à la fois en termes de conduite de projets d'économies d'énergie et d'élaboration de plans de mesures et de vérifications garantissant la fiabilité des prévisions de performance énergétique. Il convient de citer à ce propos, l'existence du Protocole International de Mesures et de Vérification de la Performance des actions d'économies d'énergies (IPMVP) et de la certification associée (le CMVP) attestant de la maîtrise du protocole par les experts.

Nonobstant toutes ces difficultés, le marché de l'efficacité énergétique, au Sénégal offre un très grand potentiel d'activité économique et de création d'emplois qualifiés (ingénieurs et techniciens). En effet, les différents secteurs d'activités (industries, services, bâtiments, administration, éclairage public,...) offre, de par la vétusté et la technologie des machines et équipements utilisés, un très grand potentiel d'économies d'énergie tant dans l'exploitation que dans les possibilités de remplacement. L'efficacité énergétique est, par son caractère transversal à toutes les fonctions de l'entreprise, une ouverture sur un plus grand marché de services techniques intégrés (i.e. regroupant plusieurs problématiques techniques visant l'amélioration de la performance et la maîtrise des coûts).

## IV. Analyse de l'offre d'énergie au Sénégal

### 1. L'offre d'électricité

Depuis l'entrée en vigueur de la loi d'orientation du sous-secteur de l'électricité (loi n° 98-29 du 14 Avril 1998) l'énergie électrique produite au Sénégal provient essentiellement de trois principaux acteurs :

- i) la SENELEC, entreprise de droit de privé délégataire du service publique d'électricité,
- ii) les producteurs privés qui interviennent soit de manière indépendante, soit dans le cadre des concessions d'électrification rurales, et
- iii) les autoproducteurs, uniquement constitués en 2014 par les gros industriels tels que la SOCOCIM, la SUNEOR, la CSS, les ICS, les Ciments du Sahel, la SOMETA et les Cimenteries Dangote.

L'autoproduction, bien qu'autorisée sous certaines conditions, reste encore relativement faible comparée à celle de la SENELEC (respectivement ~570 GWh et 3038 GWh en 2013). La présente section porte donc essentiellement sur les caractéristiques détaillées de l'offre de la SENELEC. Cependant, compte tenu de l'orientation majeure définie par l'Etat, dans la loi cadre 98-29, autour de l'électrification rurale à travers la promotion de concessions privées, l'état des lieux des réalisations de l'ASER sera également présenté.

#### La production d'énergie électrique au Sénégal

##### *Le Parc de Production*

L'énergie électrique du Sénégal est régulièrement produite à partir des installations propres à la SENELEC, complétées par des unités de production des producteurs privés indépendants et des autoproducteurs<sup>15</sup>. Ces installations représentent à l'heure actuelle, en 2014, une capacité installée de 567,5 MW<sup>16</sup> dont 556,5 MW seulement sont assignées. A ces capacités permanentes, s'ajoutent des capacités en location dont la puissance assignée varie selon la conjoncture de la SENELEC ; en 2013 la capacité en location était de 48 MW, fournie par APR Energy. Les unités de production permanentes sont constituées de groupes diesel, de turbines à gaz à cycle simple ou combiné, de turbines à vapeur et de turbines hydroélectriques réparties sur les sites géographiques de Bel Air, Kahone, Cap des Biches, Kounoune, Manantali et Felou.

Le tableau suivant résume la répartition de la puissance installée en 2013 selon l'origine de la production.

<sup>15</sup> A noter que les autoproducteurs produisent en priorité pour couvrir leurs propres besoins. D'après les informations collectées à la SENELEC, seules la SOCOCIM et les ICS, dans une très moindre mesure, se retrouvent en situation de revendre de l'énergie.

<sup>16</sup> Ces chiffres ne tiennent pas compte de la capacité totale installée chez les autoproducteurs.

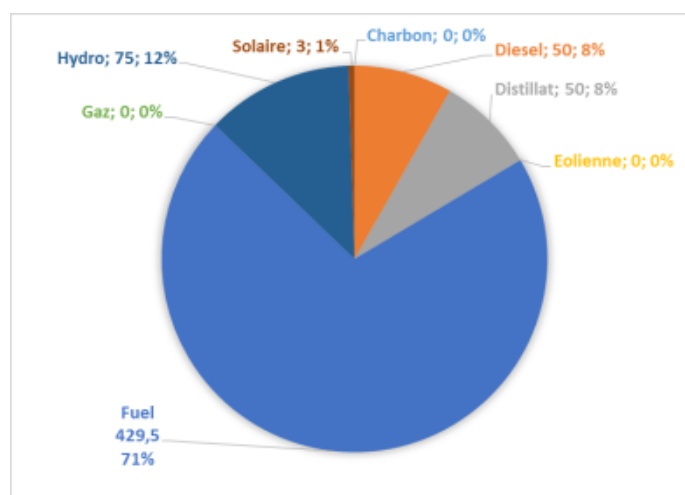


Tableau 2 : Répartition de la puissance actuelle de la SENELEC (2013)

Producteurs	Puissance Installée (MW)	Puissance Assignée (MW)
Senelec	364	364
GTI	52	50
Kounoune Power	67,5	67,5
Manantali	66	60
Felou	18	15
Location APR Kounoune		48
<b>Total</b>	<b>567,5</b>	<b>604,5</b>

Le système de production d'énergie électrique du Sénégal est caractérisé par une très forte dépendance aux énergies fossiles essentiellement due à la prédominance des technologies de production thermiques (figure 9).

Figure 9 : Composition du mix énergétique pour l'offre d'électricité au Sénégal, situation de 2013.  
Capacités installées en MW et proportion dans le mix. Hors capacités des autoproducteurs.

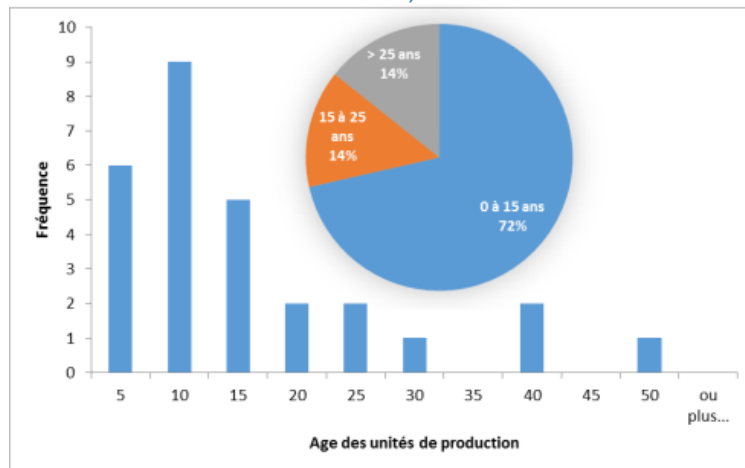


En effet, les technologies thermiques représentent, en termes de puissance installée, 87% du parc de production (dont 71% au HFO, 8% au DO et 8% au distillat). L'âge moyen du parc de production, les unités des autoproducteurs exclues, est de 13 ans ; ce qui est relativement jeune par rapport à la durée de vie moyenne des unités de productions d'électricité qui est, sous conditions de respect des programmes de maintenance, d'au moins 20 ans selon les technologies. La figure 10, révèle cependant que près du quart des capacités installées a

## Analyse de l'offre d'énergie au Sénégal

plus de 20 ans ; cela peut dans certaines conditions fragiliser l'équilibre entre l'offre et la demande (cf. infra).

Figure 10 : Histogramme et répartition des unités de production d'électricité (SENELEC, IPP et Réseau Interconnecté) en 2013



En matière de production d'énergie électrique, les unités de production thermiques, majoritaires dans le système de production actuel, sont réputées avoir les plus faibles rendements énergétiques. Ainsi, les unités de production de la SENELEC ont un rendement moyen situé autour de 40%, avec des variations considérables, selon l'âge et la technologie spécifique, allant de 17% à 44%. Du point de vue de l'efficacité énergétique, cela révèle un système de production plutôt inefficace quand on sait que les meilleures unités de production thermiques peuvent avoir des rendements allant jusqu'à 50% pour le fuel et 60% pour le gaz<sup>17</sup>. Les technologies hydrauliques quant à elles atteignent des rendements compris entre 70 et 90%.

### L'énergie produite

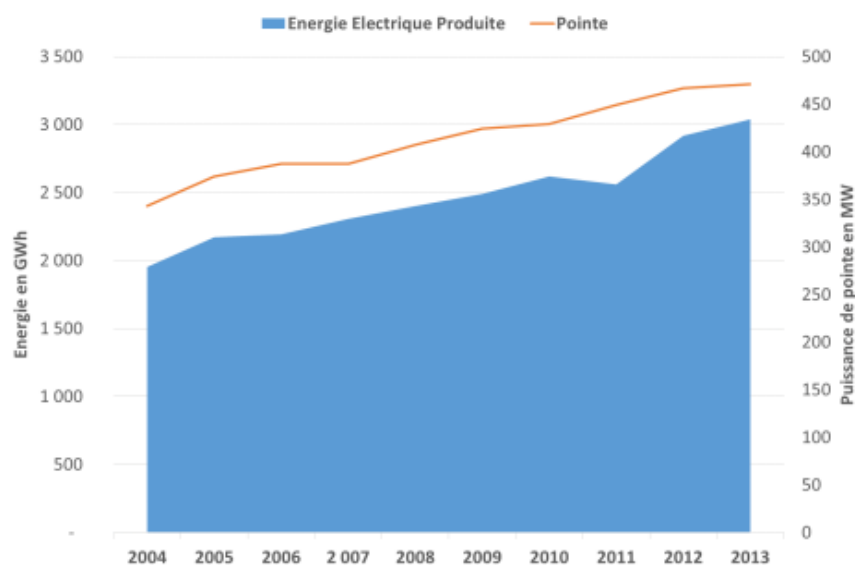
En 2013, la production d'énergie électrique au Sénégal peut être estimée<sup>18</sup> à 3612 GWh, dont 3038 GWh (84%), injectés dans le réseau interconnecté, ont été fournis par la SENELEC et les IPP. Cette production est en croissance régulière ; en effet, ces dix dernières années la production d'énergie électrique a cru de 55%, à un rythme annuel moyen de 5% ; tandis que la puissance de pointe a connu une augmentation de 37% entre 2004 et 2013 témoignant ainsi d'une offre de plus en plus importante en réponse à l'accroissement de la demande.

<sup>17</sup> Energy Efficiency Indicators for Public Electricity Production from Fossil Fuels, IAE, 2008.

<sup>18</sup> Estimation dans la mesure où seules les statistiques de la SENELEC et des producteurs indépendants ont été disponibles dans le cadre de cette étude. Ainsi, les parts des autoproducteurs et de la production photovoltaïque en milieu rural ont été considérées équivalentes à celles de l'année 2012 données dans le rapport du SIE de 2013, respectivement 570 GWh et 4,14 GWh.

## Analyse de l'offre d'énergie au Sénégal

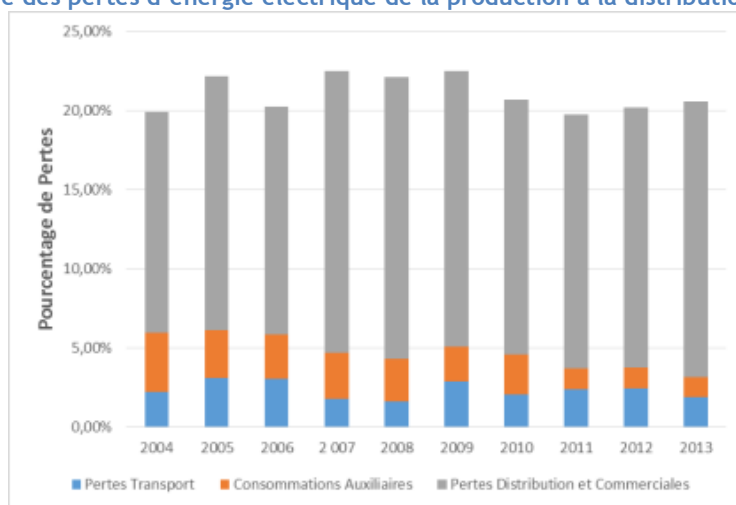
Figure 11 : Evolution de la production d'énergie et de la pointe du réseau



Cependant, il est à noter que le système de production d'énergie électrique national est caractérisé par une très grande inefficacité et une insuffisance structurelle de l'offre face à la demande.

L'inefficacité du système de production d'énergie électrique sénégalais est matérialisée par son faible rendement global qui traduit un niveau de pertes considérable. Ces pertes sont situées autour de 20% en moyenne ces dernières années, bien au-delà des standards des meilleurs systèmes de transfert d'énergie électrique (4 à 5% dans le réseau UTCE). Elles sont constituées de pertes dites techniques (transport, auxiliaires et distribution) et de pertes dites commerciales (vols d'électricité). Du point de vue de la maîtrise de l'énergie, l'historique de la répartition entre ces différents types de pertes (figure 12) révèle un très grand potentiel d'économies d'énergie du côté de l'offre qui sera abordé dans le chapitre relatif aux actions d'économies d'énergie.

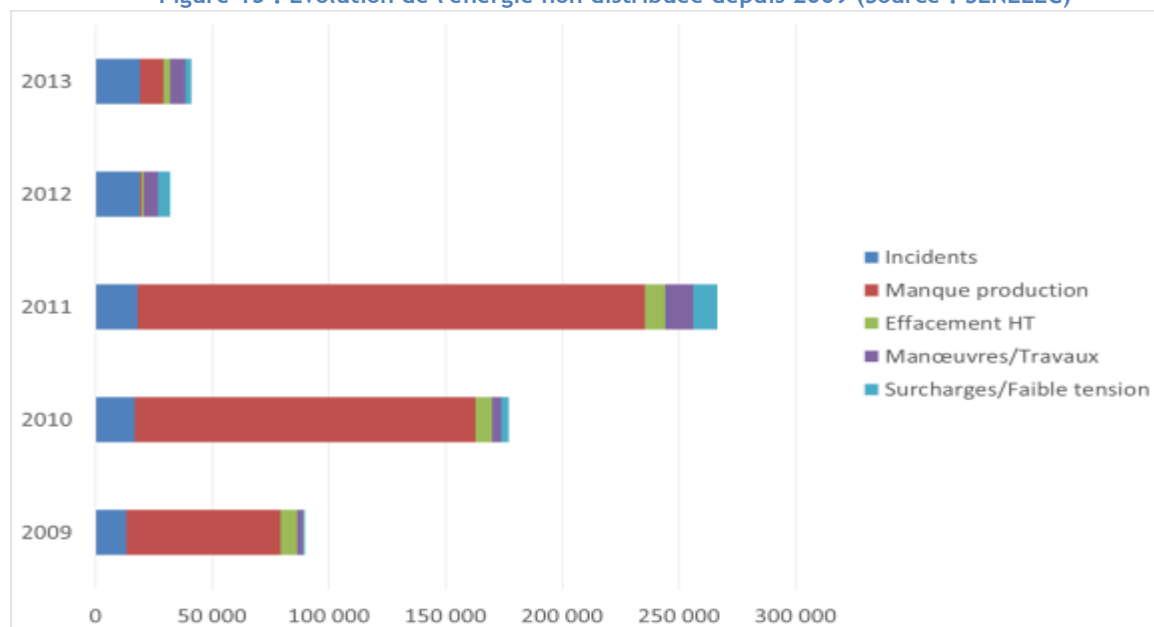
Figure 12 : Structure des pertes d'énergie électrique de la production à la distribution (Source : SENELEC)



La seconde caractéristique du système de production national est son insuffisance chronique face à la demande ; seule la demande réellement exprimée est évoquée ici. En effet, du

côté de l'offre cela se mesure par le volume d'énergie non distribuée, en particulier l'énergie non distribuée (END) à cause du déficit de production conduisant à des délestages ou des effacements. Cette END a été considérable ces dernières années avant de baisser significativement en 2012 ; probablement à la faveur des mesures d'urgence du Plan Takkal (figure 13).

Figure 13 : Evolution de l'énergie non distribuée depuis 2009 (Source : SENELEC)



On note cependant en 2013 un nouveau rebond de l'END pour cause de déficit de production ; cela révèle la précarité de l'équilibre entre l'offre et la demande du système de production d'énergie électrique sénégalais. De ce point de vue la maîtrise de l'énergie constitue un enjeu majeur qui, par les capacités de production qu'elle libère, favorisera l'équilibre entre l'offre et la demande.

### Les mouvements d'énergie électrique

Le transfert de l'énergie électrique des centres de production aux usagers finaux se fait par l'intermédiaire de deux principaux réseaux : i) le réseau de Transport qui correspond au transfert de l'énergie à haute tension (90 kV et au-delà) et ii) le réseau de Distribution qui correspond au transfert en moyenne (30 kV ou 6,6 kV) et basse tension (<1000 V). En dehors de la SENELEC, aucun des autres acteurs de la production d'électricité ne dispose de réseau à l'échelle nationale<sup>19</sup> ; cette section se focalise donc sur les caractéristiques des infrastructures de transfert d'énergie électrique de la SENELEC qui dispose d'un réseau interconnecté (RI) qui relie la plupart des unités de production et de réseaux locaux, dits non interconnectés (RNI) qui correspondent aux centres de production isolés. Les centres isolés couvrent les deux grands centres régionaux de Tambacounda et Ziguinchor (Boutoute), ainsi que près de 26 autres petits centres dits secondaires situés dans les régions de Kaolack, Tambacounda, Kolda et Ziguinchor. Seul le réseau interconnecté est présenté ici.

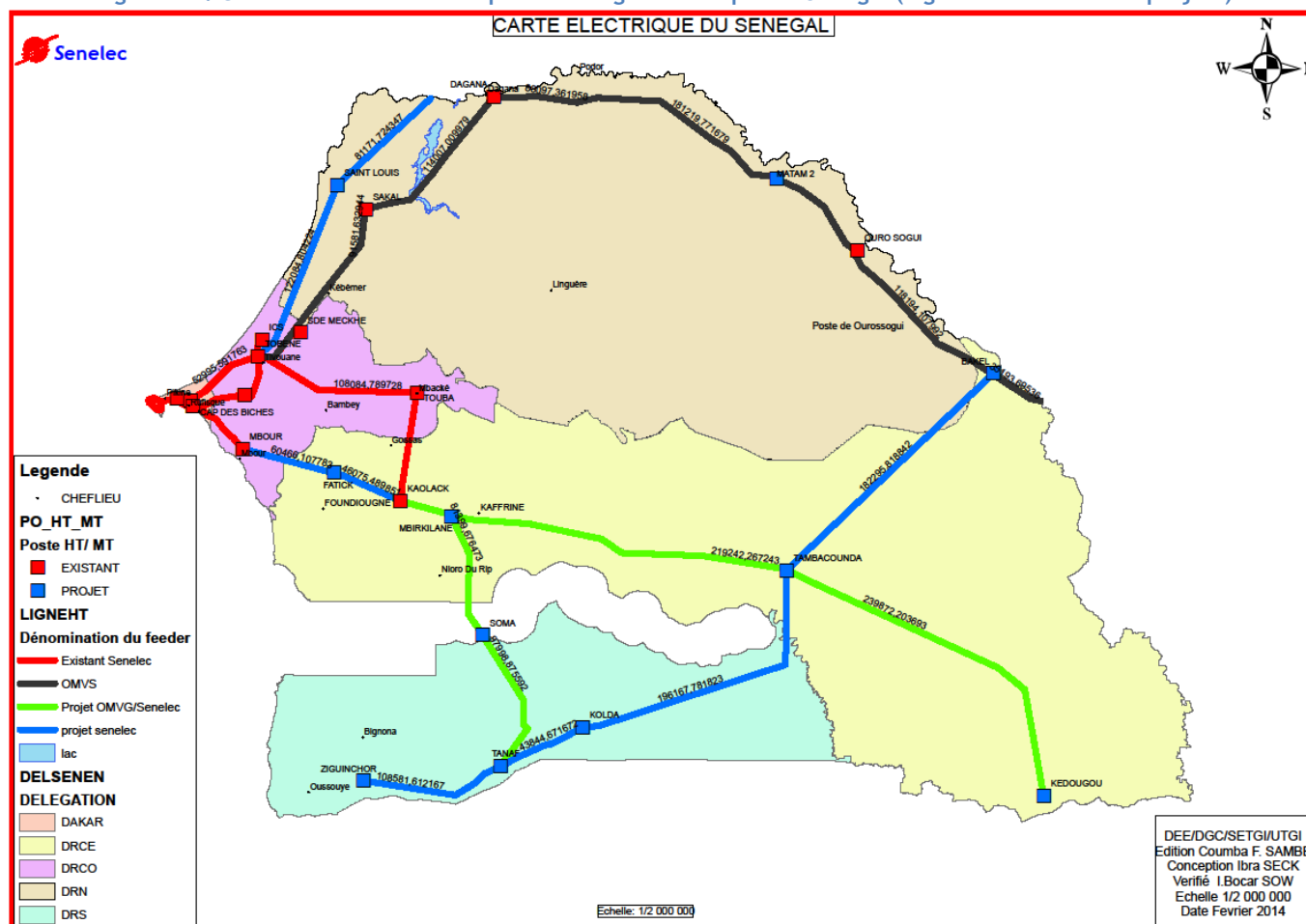
<sup>19</sup> Il faut noter que la loi 98-29 autorise uniquement la SENELEC à assurer les services de transport d'électricité sur toute l'étendue du territoire national.

## Analyse de l'offre d'énergie au Sénégal

Le réseau de transport de la SENELEC, d'une longueur totale de 497,73 km en 2013, est caractérisé par une prédominance des lignes à 90 kV qui représentent 65% du réseau. On note cependant, un développement des lignes de 225 kV qui représentent actuellement 35% des longueurs installées mais devraient passer à 45% (soit 283,3 km) fin 2014, compte tenu des projets d'extension en cours. L'âge moyen du réseau est de 20 ans, avec une différence notable entre les lignes de 225 kV d'un âge moyen de 5 ans et les lignes de 90 kV d'un âge moyen de 28 ans. L'achèvement des travaux en cours portera ces âges moyens respectifs à 16 ans, 3 ans et 27 ans. Les projets d'extension du réseau de la SENELEC en cours sont donc définitivement favorables à la maîtrise de l'énergie et doivent être encouragés pour encore plus limiter les pertes techniques auxquelles le vieillissement et le niveau de tension des lignes contribuent significativement.

Le réseau de distribution, principal contributeur aux pertes, est quant à lui constitué de près de 8500 km de lignes HTA (6,6 et 30 kV) et de 7483 km de lignes BT. En dehors des plans de réduction des pertes commerciales, l'enjeu de la maîtrise de l'énergie devra également porter des efforts considérables sur la réduction des pertes techniques de la distribution.

Figure 14 : Carte du réseau de transport d'énergie électrique du Sénégal (Lignes actuelles et en projets)



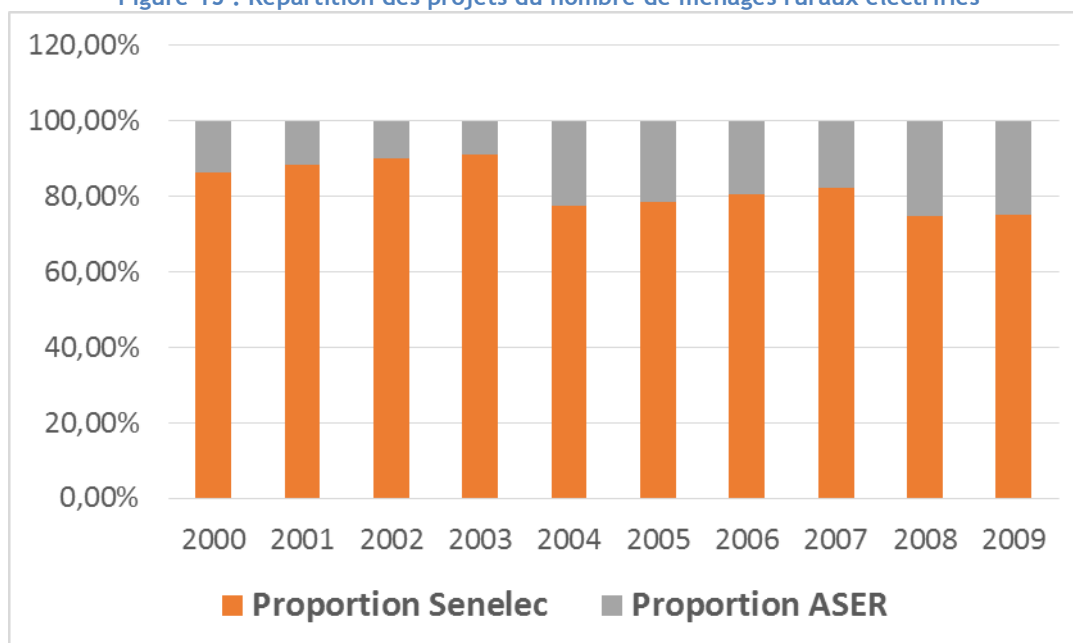
### L'offre d'électricité en milieu rural

L'électrification en milieu rural est caractérisée par une très faible pénétration à l'heure actuelle avec un taux d'accès à l'électricité d'environ 25,7% en 2012, correspondant à

environ 200111 ménages ruraux électrifiés. Cette électrification est assurée par deux principaux canaux : i) le développement du réseau de la SENELEC, et ii) les projets de développement de l'ASER.

L'offre de la SENELEC<sup>20</sup> en milieu rural est comprise dans son offre globale que nous avons présentée supra. Encore en 2014, la plupart des réalisations en matière d'électrification rurale sont le fait de l'extension du réseau de la SENELEC. Si on se réfère aux statistiques du SIE entre 2000 et 2009, la répartition entre l'extension de la SENELEC et les projets de l'ASER s'établit dans le meilleur des cas à 75% contre 25% (figure 15).

Figure 15 : Répartition des projets du nombre de ménages ruraux électrifiés



Source : SIE.

Les projets de l'ASER sont constitués des installations dédiées à l'électrification rurale, érigées dans le cadre des concessions d'électrification rurale ou dans celui des projets d'électrification rurale d'initiative locale (ERIL). Ces projets sont complétés par les projets d'électrification initiés par les organismes d'aide au développement ou les organisations internationales telles que le PNUD ou ENDA Energie. Les réalisations de l'ASER concernent essentiellement des systèmes de production solaire photovoltaïque. D'après le bilan du SIE 2013 la puissance totale installée pour l'énergie solaire photovoltaïque est d'environ 3 MWc. Ce qui correspond à 0,45% de la puissance totale assignée du sous-secteur de l'électricité en 2013, et à environ 0,12% de l'énergie produite en 2012 qui peut être considérée équivalente.

L'Etat du Sénégal a souhaité à travers la loi cadre 98-29 bâtir la stratégie de développement de l'offre d'électrification rurale autour des concessions d'électrification rurale. Cependant, force est de constater que plus de quinze (15) ans après l'entrée en vigueur de cette loi, les réalisations tardent à se concrétiser. Sur 10 concessions prévues (initialement 18 réduites à 10), seules 2 à 3 ont réellement démarré leurs investissements, et ce, de manière relativement modérée. L'état des lieux des réalisations est présenté dans le tableau 3.

<sup>20</sup> La SENELEC a récemment créée la SSER, une filiale spécifiquement dédiée à l'électrification rurale suivant les conditions définies par l'ASER. Cependant, à la date de cette étude la SSER ne semble pas encore avoir raccordé une quelconque clientèle en milieu rural.

## Analyse de l'offre d'énergie au Sénégal

Tableau 3 : Présentation des projets de l'ASER

Concession	Adjudicataire	Date de Mise en Service	Objectifs de Raccordement	Perspectives fin 2013
Saint-Louis – Dagana – Podor	ONE (Maroc)	2011	☞ 19 574 ménages	14 274 abonnés raccordés
			☞ 156 villages à électrifier par réseau électrique	
			☞ 142 par systèmes solaires	
			☞ Au moins 213 infrastructures éducatives	
			☞ Au moins 118 infrastructures sociales à électrifier.	
Louga – Kébemer – Linguère	ONE (Maroc)	2011	☞ 11 826 ménages	9 362 abonnés raccordés
			☞ 254 villages à électrifier par réseau électrique	
			☞ 118 par systèmes solaires	
			☞ Au moins 118 infrastructures éducatives	
			☞ Au moins 24 infrastructures sociales à électrifier.	
Kaffrine – Tambacounda – Kedougou	EDF- MATFORCE		☞ 18 001 ménages	8 322 abonnés raccordés
			☞ 109 villages à électrifier par réseau électrique	
			☞ 71 par systèmes solaires	
			☞ Au moins 49 infrastructures éducatives	
			☞ Au moins 12 infrastructures sociales à électrifier.	

## L'évolution de l'offre d'énergie électrique

Les perspectives de l'offre du sous-secteur de l'électricité s'expriment essentiellement en termes d'évolution de la capacité de production, des technologies utilisées ou du mix énergétique ciblé, du réseau de transport de l'énergie et des réalisations en matière d'électrification rurale.

*Capacité de Production*

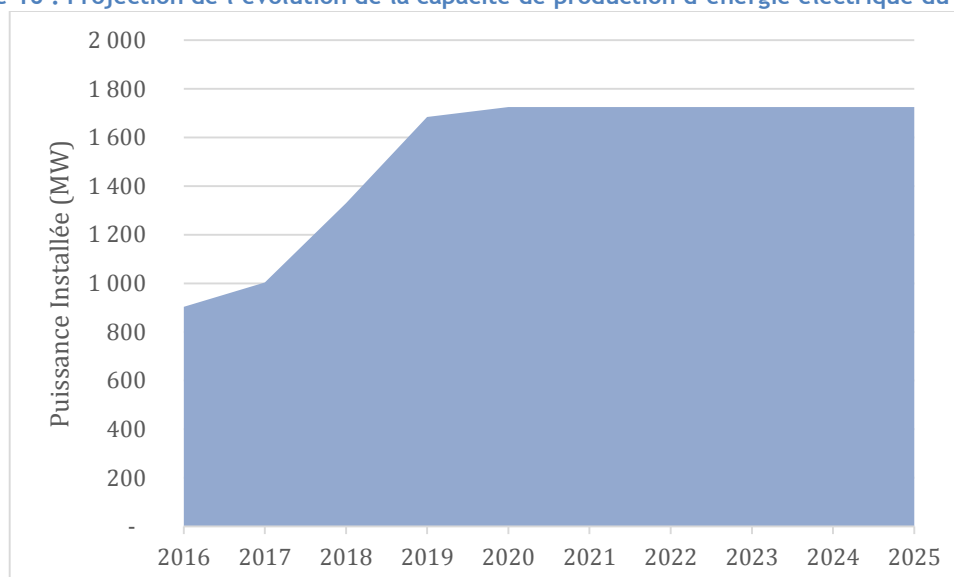
Les informations recueillies dans le cadre de cette étude nous ont permis de présenter l'évolution de la capacité de production d'énergie électrique au Sénégal. Tenant compte du



## Analyse de l'offre d'énergie au Sénégal

plan de déclassement des unités en fin de vie, des projets d'intégration régionale (OMVS et OMVG) et du développement des IPP, la capacité du Sénégal devrait passer de 607,5 MW en 2014 à 1725 MW à partir de 2022. Le plan de développement de ces capacités est présenté sur la figure 16 et détaillé dans le tableau 4.

Figure 16 : Projection de l'évolution de la capacité de production d'énergie électrique du Sénégal



Source : Plan de production 2015-2025, SENELEC.

Tableau 4 : Détails des projets candidats au développement des capacités du Sénégal à l'horizon 2030

Projets	Date de mise en service
IPP Taiba Ndiaye Diesel de 70 MW au HFO	Janvier 2016
Contour Global de 52 MW au HFO	Juin 2016
<b>Importation Mauritanie 80 MW au HFO</b>	Janvier à Juin 2016
Importation Mauritanie 80 MW au HFO	Juillet 2016
Sendou CES de 125 MW Charbon	Septembre 2016
Africa Energy de 90 MW Charbon	Janvier 2018
Africa Energy de 90 MW Charbon	Avril 2018
Africa Energy de 90 MW Charbon	Juillet 2018
Jindal 160 MW Charbon	Janvier 2019
Jindal 160 MW Charbon	Avril 2019
IPP Malicounda 60 MW HFO	Mars 2018
OMVG Kaléta Hydro(48 MW pour le Sénégal)	Janvier 2019
OMVS Sambangalou (61 MW pour le Sénégal)	Janvier 2020
OMVS Gouina (35MW pour le Sénégal)	Janvier 2019
Solaire 15 MW à Diass	Juillet 2016
Solaire 20 MW IPP	Juillet 2016
IPP éolien Taiba Ndiaye 50 MW	Juillet 2016
IPP éolien Taiba Ndiaye 50 MW	Janvier 2017

## Analyse de l'offre d'énergie au Sénégal

IPP éolien Taiba Ndiaye 50 MW	Janvier 2018
Solaire 15 MW Niakhar	Mars 2016
IPP Solaire 20 MW	Janvier 2017
IPP Solaire 20 MW	Janvier 2017
Solaire 20 MW Tenmerina	Janvier 2018
IPP Solaire 50 MW	Décembre 2016

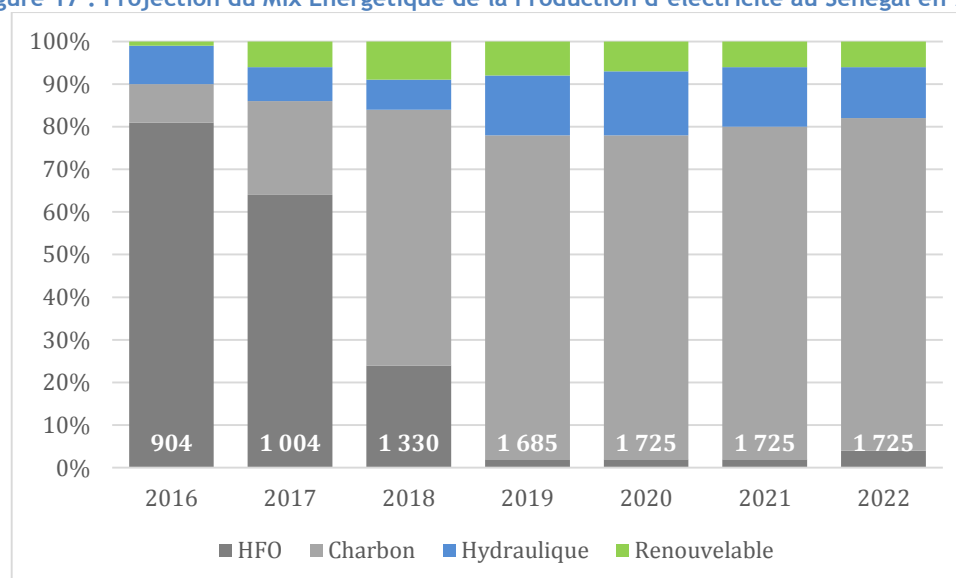
Source : Plan de production 2015-2025, SENELEC.

Ces projections montrent qu'il y a un très grand enjeu à assurer le développement des capacités de production, principal axe stratégique exploité au Sénégal, jusqu'à présent, pour faire face à la future demande. L'électricité se stockant très difficilement, le développement de ces capacités peut raisonnablement être perçu comme un défi de satisfaction de la demande future. Dans ce contexte l'enjeu de la maîtrise de l'énergie prend une dimension encore plus importante, dans la mesure où elle permet d'accroître notre capacité à faire face à nos besoins énergétiques, qui plus est au regard de l'incertitude qui plane sur certains projets inclus dans la projection de l'offre.

### Evolution du Mix Energétique

D'après les projections de SENELEC, la mise en œuvre de ces différents projets devrait conduire à une modification sensible du mix énergétique du Sénégal qui deviendrait plus équilibré, moins dépendant des produits pétroliers aux coûts volatils (figure 17).

Figure 17 : Projection du Mix Energétique de la Production d'électricité au Sénégal en 2025



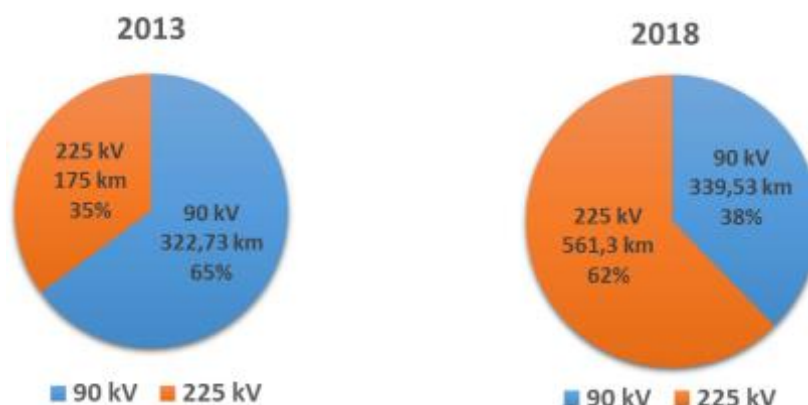
Source : Plan de production 2015-2025, SENELEC.

### Réseau électrique

Les projets d'extension du réseau concernent uniquement ceux de la SENELEC qui ne dispose pas à l'heure actuelle d'une visibilité au-delà de 2018. Néanmoins, on note que les projets prévus vont radicalement faire évoluer la structure du réseau (figure 18) avec une future

prédominance des lignes de 225 kV qui représenteront 62,7% des longueurs installées, et une évolution de l'âge moyen du réseau de 20 ans en 2013 à 11 ans en 2018.

Figure 18 : Evolution de la structure du réseau de transport d'énergie électrique entre 2013 et 2018



### Electrification rurale

Sur ce plan, la LPDSE de 2012 a clairement exprimé la volonté du Chef de l'Etat d'accélérer l'accès à l'électricité en milieu rural avec un objectif ambitieux de 60% de taux d'électrification en 2017. La réalisation de cet objectif sera portée à la fois par SENELEC et par l'ASER. En supposant la répartition des raccordements identique à celle de la tendance observée sur la décennie 2000 à 2009, nous pouvons retenir, dans une hypothèse conservatrice, une répartition établit comme suit 75% pour la SENELEC et 25% pour l'ASER.

Le développement des projets de l'ASER passera par la poursuite des concessions déjà en service mais également par le lancement de nouvelles concessions.

## 2. L'offre d'hydrocarbures

L'offre d'hydrocarbures au Sénégal est principalement caractérisée par les fonctions d'importation, de stockage, de transformation, de transport et de distribution. En effet, le Sénégal n'est pas, à l'heure actuelle, un pays producteur de pétrole ou de gaz naturel, bien qu'il existe des ressources énergétiques fossiles découvertes depuis les années 50<sup>21</sup>. Plus récemment (octobre 2014), la société Cairn Energy a annoncé avoir découvert une réserve de pétrole d'une capacité de 250 millions de barils à une centaine de kilomètres des côtes du Sénégal. A ce jour, en matière de production d'hydrocarbures seules les réserves de gaz naturel (estimées à 700 Millions m<sup>3</sup> en 2010<sup>22</sup>) sont exploitées au Sénégal. Ce gaz, entièrement destiné à la production d'électricité, est exploité par Fortesa<sup>23</sup> qui le livre à SOCOCIM pour une production de 24 MW. Dans les faits la SOCOCIM arrive à peine à fournir 9 MW du fait de l'insuffisance des volumes de gaz livrés. Insuffisances qui sont liées à des problèmes de pression<sup>24</sup> du gaz. En effet, le débit nominal contractualisé avec Fortesa est

<sup>21</sup> Etude sur la faisabilité du Programme National de Biogaz Domestique (2007)

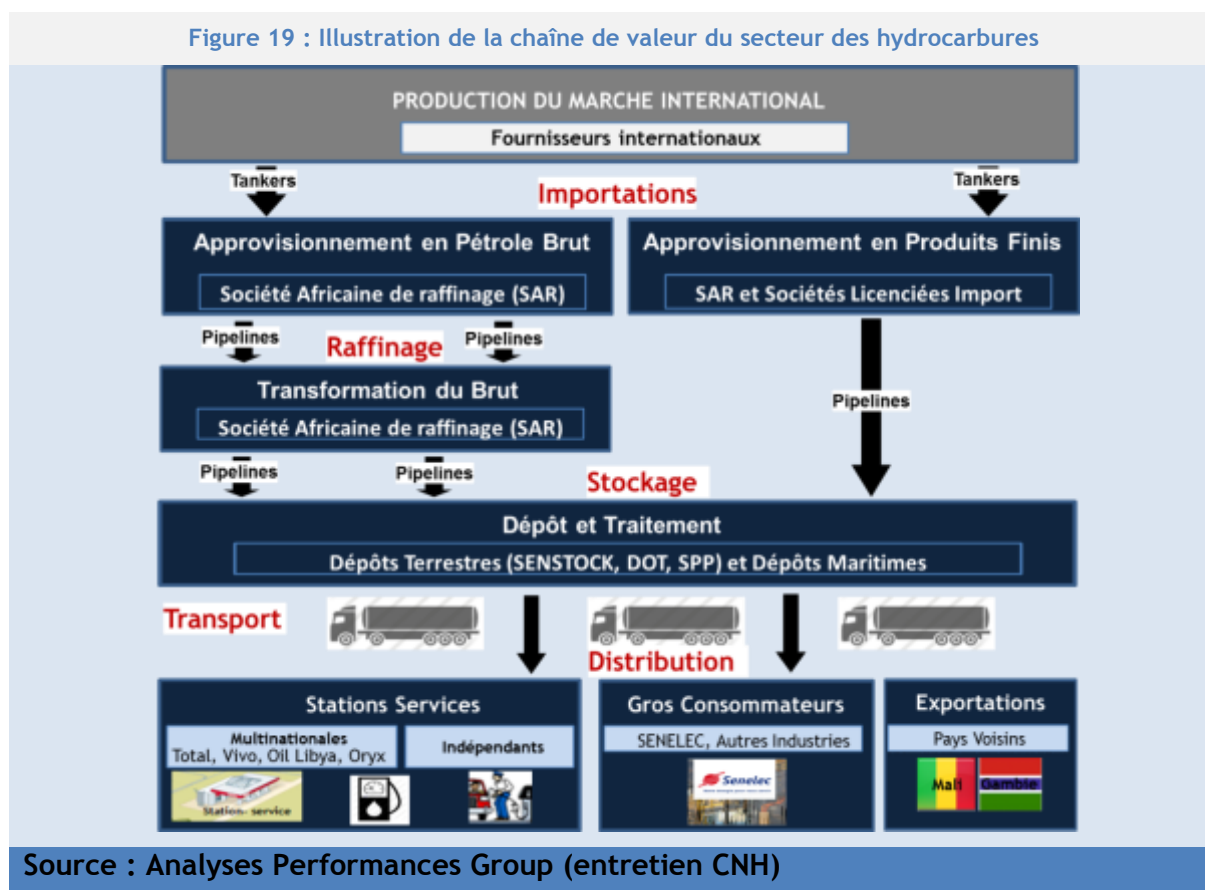
<sup>22</sup> Plan de Relance et de Restructuration du Secteur de l'Electricité (Plan Takkal, 2011).

<sup>23</sup> Société d'Exploration et de Production d'hydrocarbures onshore.

<sup>24</sup> Rapport SENELEC Mouvements d'Energie 2013.

de 125.000 Nm<sup>3</sup>/j. Par ailleurs, il faut signaler la limitation temporelle des réserves de gaz qui sont estimées à 15 ans à 150 kNm<sup>3</sup>/j ou 6 ans à 300 kNm<sup>3</sup>/j, le débit dépendant de l'appel des projets de centrales électriques au gaz.

La figure 19 permet de résumer la chaîne de valeur du sous-secteur des hydrocarbures au Sénégal.



Les principaux acteurs du sous-secteur des hydrocarbures sont la Société Africaine de raffinage (SAR) et les sociétés représentantes de multinationales (appelées Majors) telles que TOTAL, VIVO Energy (ex. SHELL), OILIBYA (ex. MOBIL) et ORYX. Ils constituent les gros clients de la SAR. Cependant, depuis la libéralisation du sous-secteur des hydrocarbures en 1998, de nouveaux opérateurs dont les *Transporteurs* et les *Indépendants* ELTON, Touba Oil, Oryx, API et près d'une trentaine d'autres opérateurs et clients de la SAR interviennent également dans la commercialisation des hydrocarbures.

### Les Importations

L'approvisionnement en hydrocarbures est assuré par la SAR et les sociétés détentrices d'une licence d'importation de produits pétroliers. Les installations de la SAR, qui s'étendent actuellement sur une superficie de 32 hectares, ont connu depuis 1961 des plusieurs évolutions. De 600.000 tonnes à son démarrage, la capacité de traitement est passée à 1,2 million tonnes par an avec des perspectives de l'étendre à 3 ou 4 millions de tonnes par an.

La SAR assure ainsi l'approvisionnement du marché domestique sénégalais en produits pétroliers bruts et en produits finis (gaz butane, essence super, essence ordinaire, kérosène, gasoil, diesel oil et fuel oil) vendus aux distributeurs sur la base du prix calculé toutes les quatre semaines par le Comité National des Hydrocarbures (CNH).

L'essentiel du pétrole brut importé au Sénégal provient du Nigéria. A la fois de bonne qualité, d'une faible teneur en soufre et sel, ce pétrole est particulièrement adapté au schéma de raffinage de la Société Africaine de Raffinage (SAR). Cependant, la région du Delta du Nigéria connaît des troubles et des sabotages réguliers. Totalement dépendant, le Sénégal n'est pas couvert contre le risque d'une rupture brutale de la production de pétrole brut. Ainsi, afin de sécuriser le marché domestique et celui des pays frontaliers, une diversification des sources d'approvisionnement s'avère nécessaire. Les projets d'intégration régionale (UEMOA) du sous-secteur des hydrocarbures pourraient aider à réduire cette fragilité.

La SAR fournit du butane aux distributeurs de gaz notamment PUMA, TOUBA GAZ, LOBOU MAME DIARRA, TOTAL GAZ. Jusqu'en 2012, seule la SAR était autorisée à importer du gaz butane ; cette restriction a été levée en 2013 pour autoriser les Marketeurs à importer du gaz. Cependant, faute d'infrastructures propres pour le transport du gaz (pipeline), ils sont obligés d'utiliser celles de la SAR moyennant le paiement d'un droit de passage<sup>25</sup>. Toutefois, jusqu'à épuisement des quantités contractualisées (contrat SAR-ITOC) l'importation est encore assurée par la SAR.

### Stockage

Le système d'approvisionnement en hydrocarbures repose sur le raffinage de pétrole brut importé par la SAR et l'importation de produits finis pour combler le gap entre l'offre et la demande. En effet, les capacités de raffinage de la SAR sont insuffisantes pour satisfaire les besoins du pays. Par conséquent le pays a besoin de capacités de stockages pour les produits finis importés. L'Etat a récemment accordé le monopole du stockage à SENSTOCK, qui est une propriété de DIPROM SA, de Total et de la SAR qui détiennent respectivement 65%, 20% et 15% des actions. SENSTOCK assure essentiellement le stockage des produits pétroliers (noirs et blancs) en dehors du gaz. Depuis sa création SENSTOCK a permis d'augmenter considérablement les capacités de stockage du Sénégal en étendant la durée des stocks de sécurité.

Pour les produits finis, des dépôts tampons existent et servent pour le stockage en attendant que les produits soient acheminés vers leurs différentes destinations finales. On distingue dans le pays, des dépôts terrestres et des dépôts maritimes :

- Les dépôts terrestres sont DOT, appartenant à Vivo Energy et Oil Lybia, et SPP pour Total qui a été cédé à SENSTOCK dans le cadre de l'entrée au capital. SPP présente une capacité de stockage de 40.000 m<sup>3</sup>, SENSTOCK quant à lui, a une capacité de 164.000 m<sup>3</sup>.
- Les dépôts maritimes sont des dépôts portuaires destinés aux importations. Ils permettent d'éviter de saturer les dépôts terrestres en cas d'importation, et donc d'éviter de gêner le fonctionnement de la SAR.

<sup>25</sup> Entretien avec SG du CNH. PMC 2014.

### ***Le Transport***

Pour approvisionner le territoire national en produits pétroliers, le principal mode utilisé est le transport par camions. L'acheminement de la majeure partie des produits pétroliers au port de Dakar se fait par les pipelines sous-marins. La SAR possède un sealine de 5 km en haute mer utilisé par les tankers qui y déchargent directement le brut depuis la mer pour l'acheminer jusqu'à ses installations.

Le transport du gaz quant à lui est assuré via un seul gazoduc pour l'approvisionnement en gaz du Sénégal. Ce gazoduc est relié aux installations de la SAR qui assure par la suite la distribution aux marketeurs. Il convient de noter le défaut de mode commun que crée cette situation car la survenance d'une avarie ou d'un quelconque incident technique pourrait avoir de graves conséquences sur l'approvisionnement du pays. Il serait donc utile de construire un second gazoduc sous-marin, afin de prévenir une probable indisponibilité de la seule ligne existante.

Le transport par le biais des tankers, puis l'acheminement via les pipelines depuis les dépôts côtiers, est beaucoup plus rentable que la voie terrestre. A titre d'exemple, un opérateur peut payer entre Dakar et Bissau 20 FCFA/Litre pour une durée de transport de 36 heures alors que par la route, le coût serait de 50 FCFA/Litre pour une durée de 72 heures, sans compter les difficultés administratives liées à la douane. Cela conduit les opérateurs à préférer, autant que possible, à ce mode de transport.

L'activité de Transport des hydrocarbures est réglementée, avec des exigences minimales à remplir avant de pouvoir exercer sur le marché. En effet, lorsqu'un transporteur dépose un dossier pour l'obtention d'une licence, il a l'obligation d'arriver sur le marché avec une capacité minimale de 100 m<sup>3</sup>. Les transporteurs et les distributeurs ont l'obligation d'envoyer au CNH leur liste de camions, afin que le comité connaisse l'état du parc automobile.

Par ailleurs, afin de maintenir des tarifs identiques sur l'ensemble du territoire national, l'Etat du Sénégal a mis en place un système de péréquation sur les produits blancs (super, Gasoil, etc.), représentant 80% des produits transportés. La « péréquation transport » est un forfait moyen versé aux sociétés pétrolières (distributeurs et industriels) pour compenser les coûts de transport et de distribution. Les sociétés doivent reverser à l'Etat les excédents dans le cas où la taxe collectée est supérieure à leur coût de revient réel du transport. Par exemple, si la péréquation s'élève à 12 FCFA, et que le transport n'a coûté finalement que 3 FCFA à la compagnie, celle-ci reverse à l'Etat le différentiel (9 FCFA).

### ***La Distribution***

La distribution destinée à acheminer les produits pétroliers des dépôts vers les stations-services ou vers les gros consommateurs est assurée par une trentaine de transporteurs au Sénégal. Parmi eux on retrouve deux catégories :

- Les **multinationales** : Total, Vivo Energy, Oil Libya et Oryx.
- Les **indépendants** : DIPROM, Elton, Toubia Oil & Toubia Gaz, Puma, API, Star Oil, LMDDB, Eydon, GIE CMM, Serigne Gueye & fils, MKA Excellence, etc.

Ces acteurs sont regroupés au sein de trois associations : le Groupement des Professionnels du Pétrole (GPP), l'Association Sénégalaise de Professionnels du Pétrole (ASPP), et l'ASP. Le GPP et l'ASPP sont constituées respectivement par les majors et les indépendants.

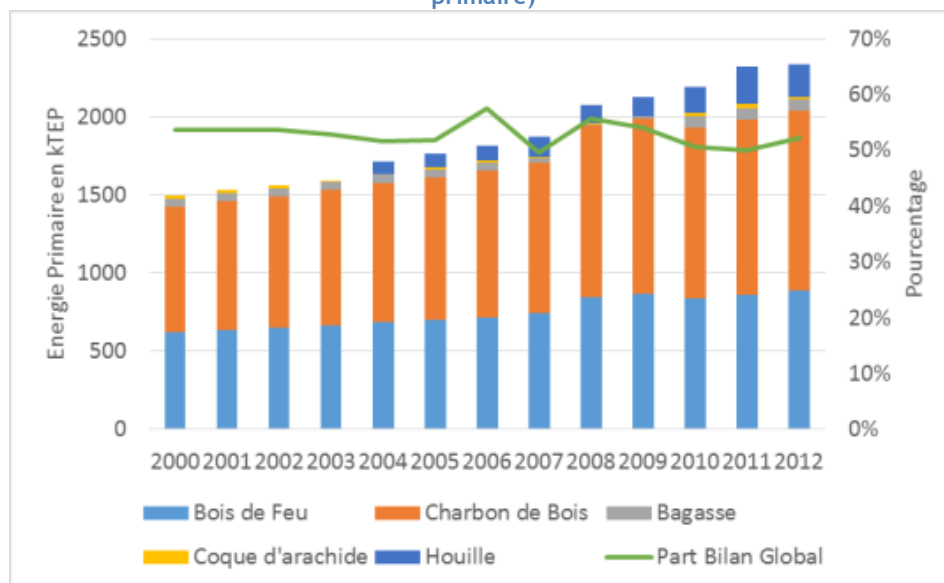
### 3. L'offre des combustibles (hors hydrocarbures)

Divers types de combustibles sont utilisés au Sénégal ; ils peuvent être catégorisés en deux grandes familles :

- i) Les combustibles conventionnels qui sont constitués :
  - a. Des combustibles traditionnels, qui représentent l'essentiel des usages actuels, parmi lesquels on compte les combustibles ligneux tels que le bois et le charbon de bois, non ligneux tels que les résidus agroforestiers (e.g. coque d'arachide) et agroindustriels (e.g. bagasse), et minéraux tels que la houille.
  - b. Des combustibles modernes tels que le Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL).
- ii) Les combustibles alternatifs au sein desquels on retrouve le biogaz, le biocharbon, les biocarburants, etc.

Le bilan énergétique primaire du Sénégal est principalement caractérisé par la prédominance de la biomasse qui représente, en moyenne entre 2000 et 2012, près de 52,8% des approvisionnements en énergie primaire, avec un écart-type de 2,2%, (fig. 20). Le bois et le charbon de bois représentent l'essentiel des approvisionnements au sein du sous-secteur des combustibles. Par conséquent, la présentation de l'état de l'art dans le sous-secteur des combustibles se focalisera sur ces deux principales ressources ainsi que le GPL qui a fait l'objet depuis les années 70<sup>26</sup> d'une politique soutenue de diffusion. L'offre de combustibles utilisés au Sénégal est caractérisée par 4 principales fonctions : la production, la transformation, le transport et la distribution.

Figure 20 : Consommations de combustibles et proportion dans le bilan global du Sénégal (Energie primaire)



#### La Production

Les ressources énergétiques utilisées dans le sous-secteur des combustibles sont quasiment toutes produites au Sénégal, en dehors de la houille et du GPL qui sont importés. Les deux principales ressources qui constituent le bois et le charbon de bois sont extraites des forêts sénégalaises, notamment dans les zones du Sud et du Sud-Est du pays (Tambacounda,

<sup>26</sup> Depuis 1973 plus exactement, d'après les entretiens avec le PROGEDE.



Sédhiou, Ziguinchor, Kaffrine, Kolda, ainsi que dans l'aménagement de la bande de filaos (Thiès et Louga). Selon FAOSTAT, la couverture forestière du Sénégal est de l'ordre de 45%<sup>27</sup>, avec une productivité estimée à 8,6 Millions de m<sup>3</sup> et un volume total de ressources ligneuses de l'ordre de 331 Millions de m<sup>3</sup>. En 2013, 6.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de bois ont été prélevés dans les forêts dont 61,6% ont été utilisés pour la production de charbon de bois et 38,4% ont été exploités en bois de feu<sup>28</sup>.

En marge de ces principales ressources, la production couvre également les différents combustibles alternatifs, dont l'absence de statistiques exhaustives et fiables ne permet pas d'établir le véritable niveau dans le mix énergétique du sous-secteur des combustibles. Néanmoins, il est raisonnable aujourd'hui de retenir, qualitativement, que ces combustibles représentent une fraction très marginale dans le bilan énergétique du Sénégal.

Cependant, il existe un véritable potentiel de développement de certaines ressources alternatives telles que le biogaz qui fait l'objet d'un programme national de promotion à travers le PNBD<sup>29</sup>, dont la première phase a couru de 2009 à 2013. Au cours de cette phase le PNBD a permis de mettre en place près de 526 biodigesteurs pour une production globale de 1391 m<sup>3</sup> de biogaz. Cette production de biogaz a permis d'éviter la production de 6 tonnes de bois de chauffe, 4,2 tonnes de charbon de bois et 560 kg de gaz butane<sup>30</sup>. Le PNBD ambitionne d'installer 600000 biodigesteurs au Sénégal à l'horizon 20XX. Il convient de noter également que le traitement des eaux usées ainsi que l'aménagement des décharges à ordures offrent un très grand potentiel de production de biogaz non connu véritablement à ce jour.

De même, de nombreuses initiatives sont entreprises pour la promotion du biocharbon<sup>31</sup> et des biocarburants mais dans les faits peu de réalisations concrètes existent. Ces initiatives restent à un stade d'expérimentation et n'offrent pas à l'heure actuelle de visibilité sur des programmes de développement clairs.

*Dans la perspective de la promotion de la maîtrise de l'énergie, le développement de ces ressources alternatives pourrait favoriser la réduction de la facture et de la dépendance énergétique du Sénégal.*

### **La Transformation**

Dans le sous-secteur des combustibles la transformation concerne essentiellement le charbon de bois qui est élaboré à partir d'une combustion sans oxygène (pyrolyse en atmosphère contrôlée) du bois. Cette opération se déroule dans des équipements appelés meules de carbonisation ou charbonnière. On distingue au Sénégal deux types de meules : i) la meule traditionnelle (fig. 21) et ii) la meule casamançaise (fig. 22). Ces deux équipements diffèrent considérablement en termes d'efficacité énergétique. En effet, la meule traditionnelle offre dans le meilleur des cas un rendement massique de l'ordre de 15 à 20%<sup>32</sup>, tandis que la meule casamançaise atteint des rendements autour de 30%. A ce jour, les

<sup>27</sup> Etude de Faisabilité PNBD, 2007.

<sup>28</sup> Enquête nationale portant sur la consommation et les pratiques des ménages en combustibles domestiques, SEMIS 2014.

<sup>29</sup> Programme National de Biogaz Domestique du Sénégal.

<sup>30</sup> Selon le PNBD 1m<sup>3</sup> de biogaz remplace 5 kg de bois ou 3 kg de charbon ou 0,4 kg de GPL.

<sup>31</sup> 1 unité de biocharbon équivaut à 0,8 unité de charbon selon le PROGEDE (Responsable Energie).

<sup>32</sup> Données SIE et Entretien avec le coordonnateur du PROGEDE.

statistiques nationales ne permettent pas d'avoir le taux de diffusion des meules casamançaises à l'échelle nationale. Il conviendrait donc de mettre en place un système de collecte et de suivi de ces statistiques, en particulier dans la perspective d'un plan national de maîtrise de l'énergie.

Figure 21 : Illustration de la meule traditionnelle

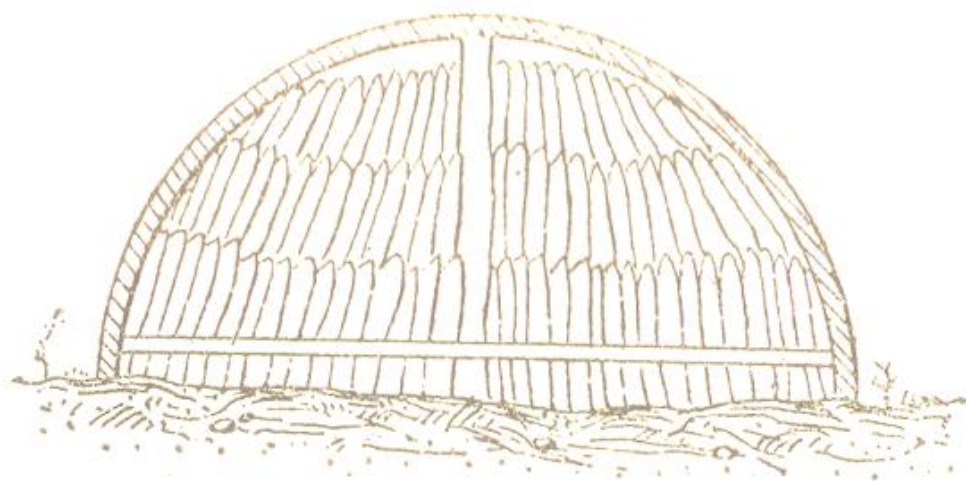
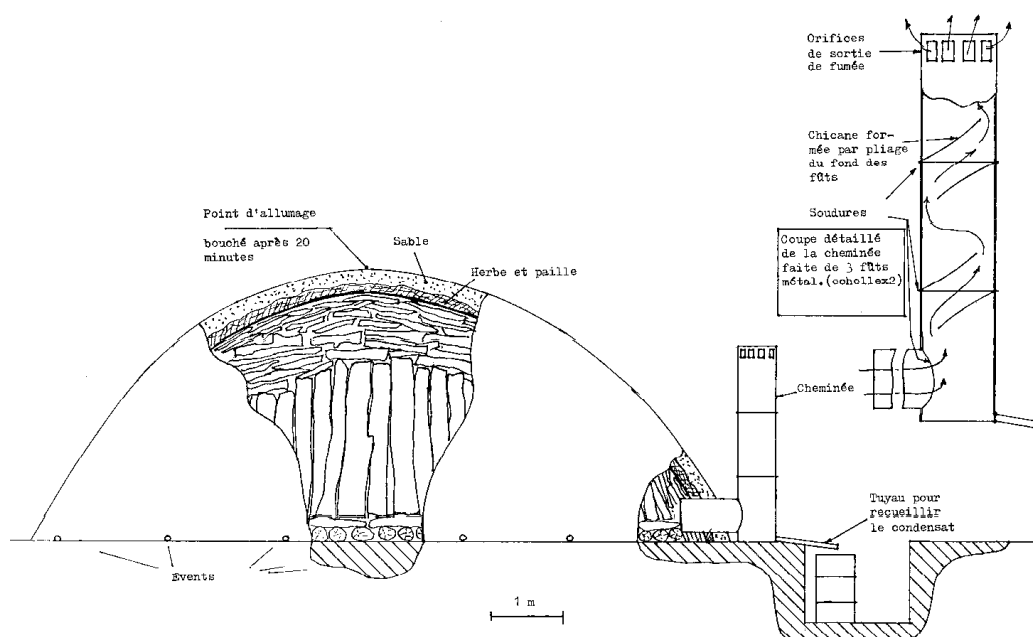


Figure 22 : Illustration de la meule casamançaise



La meule casamançaise a été introduite au Sénégal dans les années 79-80 dans le cadre d'un projet du PNUD en Casamance<sup>33</sup>. Compte tenu de la faible diffusion de ces meules après plus de 30 ans d'existence, malgré l'obligation d'utilisation instaurée par l'article R55 du Code Forestier, il sera nécessaire, dans le cadre de cette étude, de suggérer des orientations claires afin de favoriser leur développement.

<sup>33</sup> Note PERACOD.

### ***Le Transport et la Distribution***

Les principales ressources qui font l'objet d'un transport et d'une distribution organisés à l'échelle nationale sont le charbon de bois, le bois et le GPL. En effet, le charbon est produit dans les régions du Sud et du Sud-Est du Sénégal pour alimenter la totalité du pays, en particulier les régions du centre, du nord et la région de Dakar. Cela aboutit donc à la mise en place d'un réseau de transport entre les différents centres régionaux de production et de consommation. Ce transport est essentiellement assuré par voie routière, par des véhicules gros porteurs appartenant à des opérateurs privés.

Le réseau de transport est également caractérisé par la disposition de points de contrôle des flux de charbons sur les principaux axes.

Le GPL importé est livré à la Société Africaine de Raffinage via un gazoduc situé au large de la côte. Jusqu'en 2013 seule la SAR était autorisée à importer le gaz. Dorénavant, l'importation est ouverte aux distributeurs qui doivent cependant continuer à passer par les installations de la SAR moyennant le paiement d'un droit de transit. La distribution du GPL se fait via un réseau structuré et contrôlé avec des normes de fabrication des emballages, des tailles standardisées et des prix fixés.

Le système de distribution à la fois du bois et du charbon est principalement caractérisé par une totale informalité, sans aucun mécanisme de contrôle sur la qualité des produits, sur les prix et sur les emballages. Néanmoins, les acteurs se sont organisés, notamment pour le charbon pour développer un maillage qui permet une distribution efficace.

*Du point de vue de la maîtrise de l'énergie, le principal enjeu relatif à la production, compte tenu de la prépondérance des combustibles ligneux, réside dans l'impact considérable que peut avoir l'efficacité énergétique sur la pression sur les ressources forestières, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, la limitation de l'érosion des sols. En effet, la promotion d'une meilleure efficacité énergétique résultera nécessairement sur une réduction des prélèvements forestiers.*

## V. Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

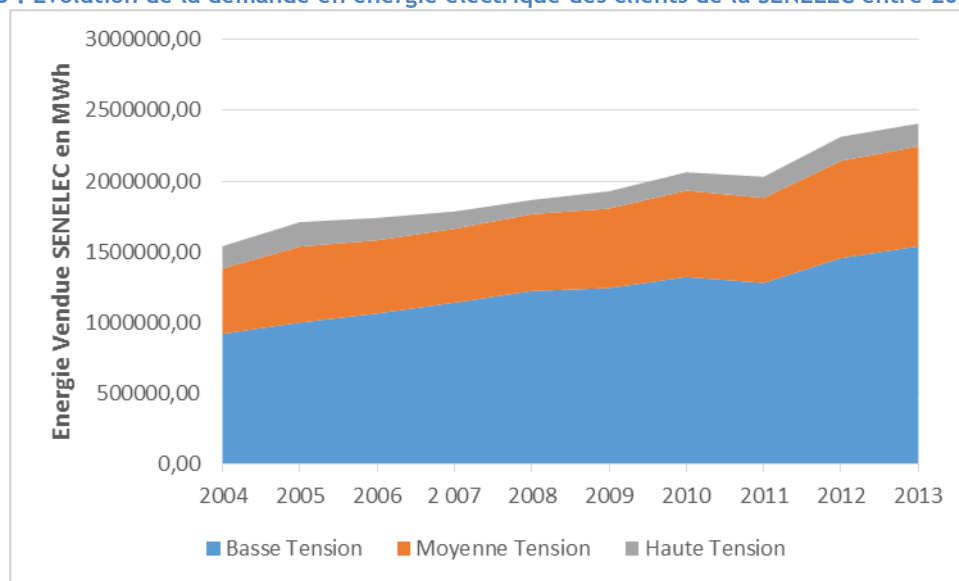
### 1. La demande d'électricité

La demande en électricité du Sénégal est constituée de 3 principales composantes : i) la clientèle de la SENELEC, qui constitue la très grande majorité de la demande, ii) les clients industriels autoproducteurs et iii) la demande en milieu rural non couverte par la SENELEC (prise en charge par les programmes d'électrification rurale de l'ASER et de la coopération internationale). Etant donné la disponibilité des statistiques détaillées et la très large prépondérance de la clientèle de la SENELEC, la présente section se focalise sur la clientèle de la SENELEC bien que le reste de l'analyse portant sur la projection de la demande intègre les deux autres composantes.

#### *Historique des Consommations*

Entre 2000 et 2012, la demande globale en électricité (hors pertes et consommations auxiliaires) a cru de 123% selon le SIE, à un rythme moyen de 6,9% par an, passant de 1277 GWh à 2846 GWh (dont environ 80% est fournie par la SENELEC et les IPP). Les statistiques fournies par la SENELEC révèlent qu'entre 2004 et 2013 la demande de sa clientèle a globalement cru de 56% à un rythme annuel moyen de 5,1% par an, passant de 1540 GWh à 2406 GWh.

Figure 23 : Evolution de la demande en énergie électrique des clients de la SENELEC entre 2004 et 2013



L'analyse de la répartition de cette demande entre les différentes catégories de clients montre que la structure de la demande est restée inchangée entre 2005 et 2013 (figure 24) ; il en est de même pour la structure de la clientèle (figure 25).

## Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

Figure 24 : Evolution de la répartition de la demande des différentes catégories de clients de la SENELEC



Figure 25 : Evolution de la répartition en nombre des différentes catégories de clients de la SENELEC



On peut observer la prédominance de la clientèle BT en nombre ; en 2013, cette clientèle qui regroupe les ménages, les professionnels BT et l'éclairage public, représente près de 99,8% de la clientèle, alors qu'elle ne représente que 66% du chiffre d'affaire de la SENELEC et 64% de l'énergie vendue. Par conséquent, les plans d'actions devront tenir compte de cette réalité lors de la définition des cibles prioritaires pour promouvoir les actions de maîtrise de l'énergie.

Par ailleurs, il convient de noter que du point de vue des consommations unitaires, sur la période allant de 2005 à 2013, les variations sont très faibles atteignant au maximum +/-6% de la valeur moyenne sur la période considérée. Ce constat est cependant moins vrai pour la clientèle HT dont les variations atteignent +/-11% ; cela s'explique par la spécificité de cette clientèle dont les consommations dépend de beaucoup de paramètres tels que la

## Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

nature de l'activité des clients HT, les fluctuations de la production, le recours à des solutions autonomes selon les périodes. Le tableau 5 résume l'ensemble de ces consommations unitaires.

Tableau 5 : Analyse des consommations unitaires entre 2005 et 2013 (Source : SENELEC)

Catégories Clients	Consommations Unitaires (kWh/#)				
	Min	Max	Moyenne	Ecart-Type	Variation
Ménages BT	1 174	1 444	1 278	60	4,7%
Pro. BT	2 248	2 503	2 376	105	4,4%
Pro. MT	399 886	475 773	434 306	28 961	6,7%
Pro. HT	33 259 866	57 368 464	41 431 046	4 865 428	11,7%
E. P.	43 141	58 395	46 038	2 328	5,1%

**Structure de la Demande**

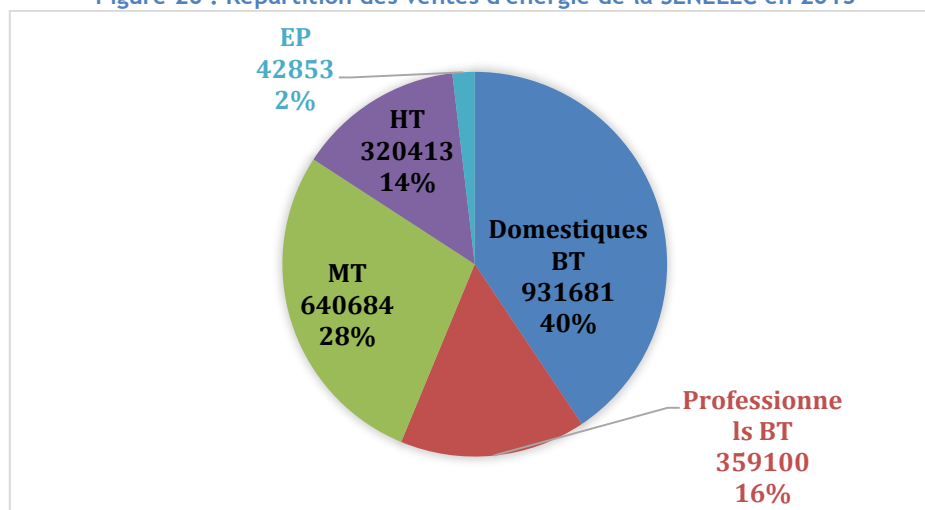
La clientèle de la SENELEC peut être analysée suivant deux grilles : i) la catégorie de puissance ou ii) la catégorie tarifaire. Compte tenu de la prépondérance de la clientèle BT, qui représente près 99,8% des clients en 2013, il est préférable d'analyser la structure de la demande suivant les catégories tarifaires. La grille tarifaire de la SENELEC contient plusieurs catégories, suivant la nature des activités du client, rappelées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Répartition de la Clientèle de la SENELEC

Clients Catégorie	Clients Domestiques	Clients Professionnels	Clients MT
Catégories Tarifaires	Petite Puissance (DPP) Moyenne Puissance (DMP) Grande Puissance (DGP) Prépayé (Woyofal)	Petite Puissance (PPP) Moyenne Puissance (PMP) Grande Puissance (PGP)	Courte Utilisation (TCU) Usage Général (TG) Longue Utilisation (TLU)

A ces types de contrat s'ajoutent ceux dédiés à l'éclairage public (EP), souvent en BT, et aux gros clients abonnés en HT (au nombre de 4 en 2013). La répartition des consommations en énergie suivant cette grille est présentée sur la figure 26.

Figure 26 : Répartition des ventes d'énergie de la SENELEC en 2013



### Analyse des consommations

En 2013 le nombre de clients domestiques (DPP, DMP et DGP) était de 788 887 avec une consommation globale de 931,7 GWh des ventes d'énergie annoncées par la SENELEC. Au sein de cette clientèle. Les niveaux de consommations sont très variés ; en effet, le découpage des clients en quatre classes de consommations homogènes révèle que 65% des clients (faibles consommateurs avec au plus 1200 kWh/an) représentent à peine 29% des consommations domestiques, de même que 3,7% des clients (gros consommateurs avec au moins 3700 kWh/an) représentent 21% des consommations domestiques (figures 27 et 28). Cela suggère de fortes disparités en termes d'équipements entre ces différentes sous-catégories.

Figure 27 : Distribution de la clientèle domestique en nombre et en énergie (2013)

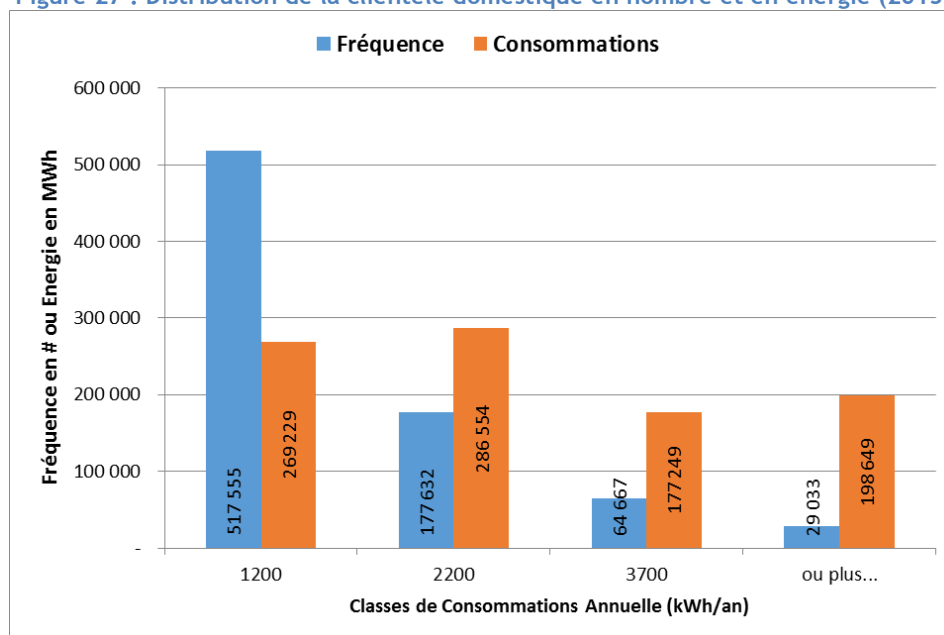
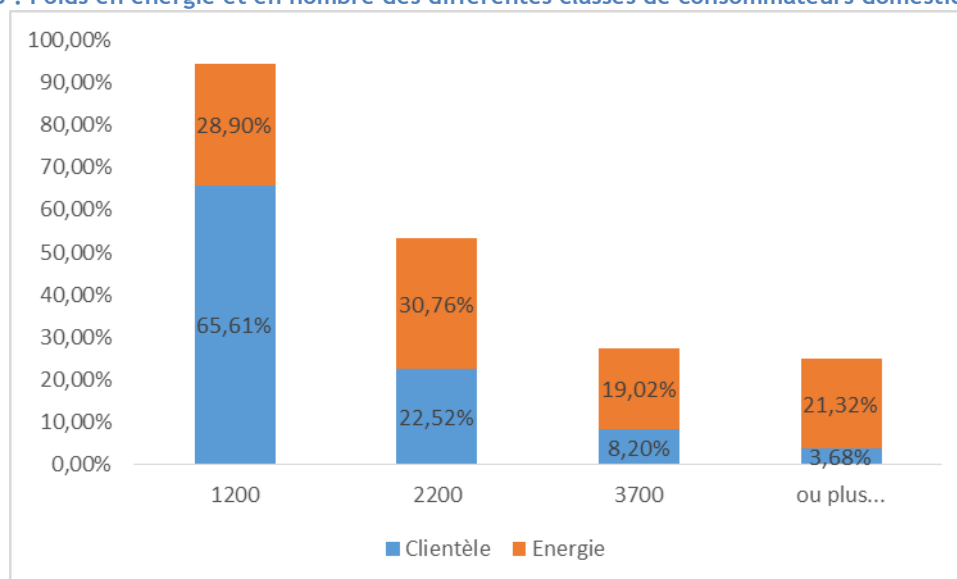


Figure 28 : Poids en énergie et en nombre des différentes classes de consommateurs domestiques (2013)

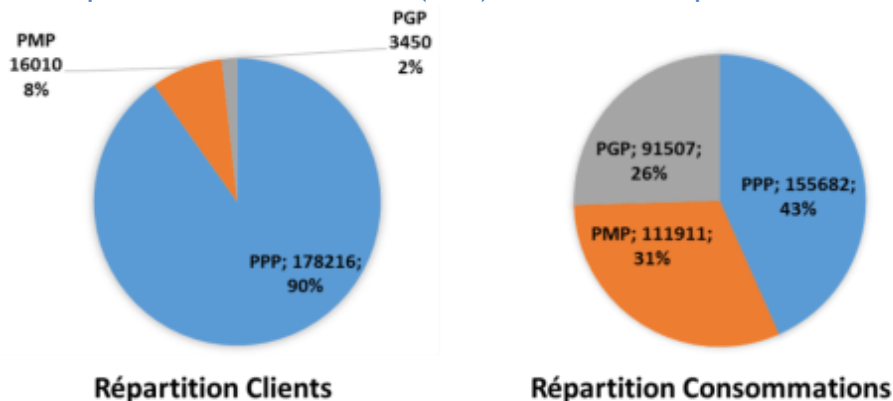




## Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

Les clients professionnels des catégories PPP, PMP et PGP représentent une consommation globale de 359 GWh, soit 14,9% des ventes d'énergie de la SENELEC en 2013, pour un effectif total de 197 676 clients représentant environ 20% de la clientèle. La répartition détaillée des consommations et des clients professionnels suivant les différentes catégories révèle une prédominance des clients PPP en nombre (90%) mais une demande d'énergie électrique plutôt bien répartie (figure 29). Cette catégorie de clients correspond à une large part des sociétés de services, de l'administration et des commerces.

Figure 29 : Répartition des consommations (MWh) et de la clientèle professionnels en BT (2013)



La clientèle MT compte environ 1565 polices d'abonnement en 2013, soit 0,16% des clients de la SENELEC ; elle correspond à une demande d'énergie de 640 GWh, soit 26,6% des consommations.

La clientèle HT, au nombre de 4, quant à elle est très marginale en nombre mais représente 13,3% des consommations d'après les statistiques fournies par la SENELEC.

Enfin, en 2013, les clients utilisateurs de l'éclairage public étaient au nombre de 1003 avec une consommation globale de 42 GWh (1,8% des ventes). Depuis 2005, cette clientèle a évolué de manière quasi-linéaire à un rythme annuel moyen de 7,8%.

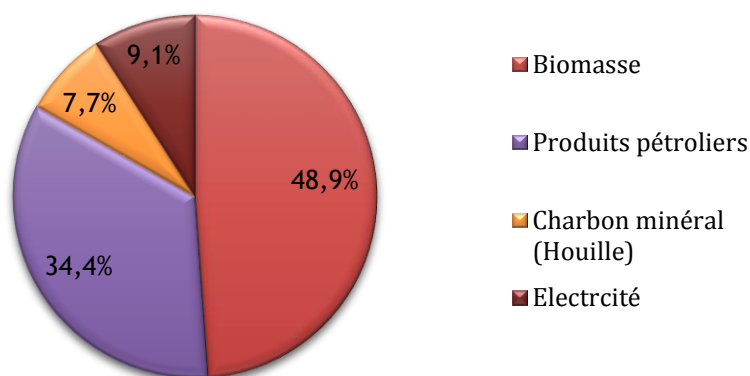
En marge de cette demande satisfaite on retrouve l'énergie non distribuée (END) et la demande latente. A ce jour la demande latente n'est pas évaluée et enregistrée dans les statistiques nationales. Elle a été estimée dans le cadre du Plan du Takkal, repris dans le PSE, entre 50 MW et 130 MW avec une valeur moyenne de 90 MW<sup>34</sup>. Néanmoins, dans le cadre de la projection, il sera possible, dans l'hypothèse d'un accès universel à l'électricité à l'horizon en 2030, de considérer que toute la demande latente aura été absorbée par le réseau. L'énergie non distribuée (END) quant à elle est suivie et chiffrée en détail selon les différentes causes d'indisponibilité des installations (déficit de production, incidents, manœuvres et travaux, surcharge réseau,...). En 2013 l'END s'est établie à environ 41 GWh, soit 1,38% de l'énergie vendue.

<sup>34</sup> Volet Energie Plan Sénégal Emergent. Cette demande latente serait le fait du déficit de l'offre qui obligerait une large part de la clientèle à utiliser des groupes électrogènes pour faire face aux délestages.

## 2. La demande d'hydrocarbures

Les hydrocarbures représentent une source d'énergie importante pour le Sénégal. D'après le bilan énergétique du SIE en 2013 (basé sur les statistiques de 2012) les hydrocarbures représentent 34% des consommations finales, constituant ainsi le deuxième poste de consommation d'énergie du Sénégal après les combustibles (figure 30).

Figure 30 : Contributions des différentes sources d'énergie à la consommation finale (2012)

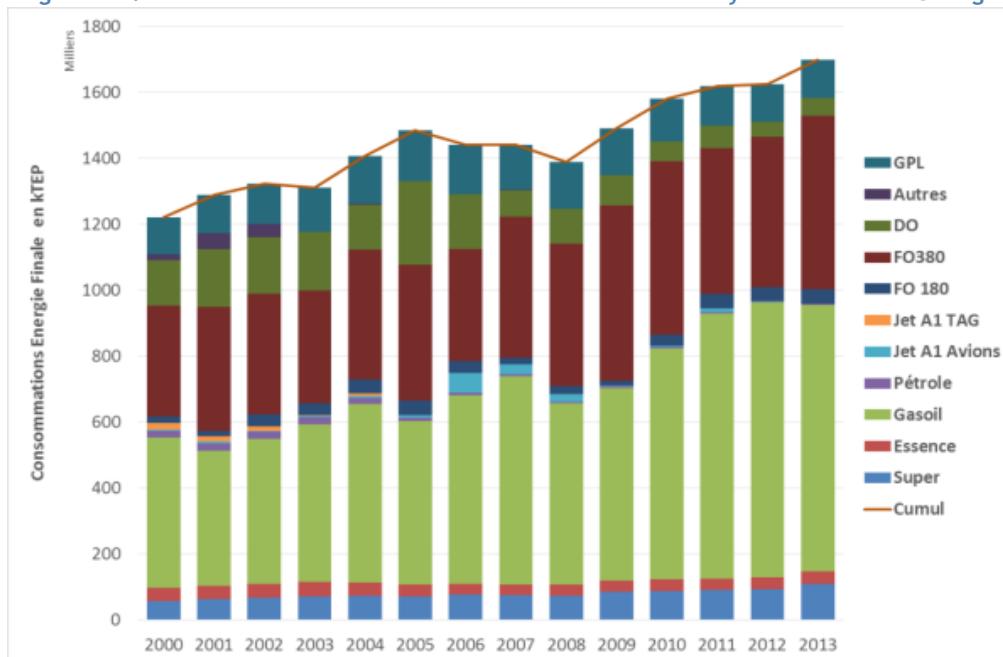


Source : SIE - Sénégal, Rapport 2013

### Structure de la demande et Evolution des consommations

La demande en hydrocarbures vise essentiellement à satisfaire les besoins des secteurs du transport, de l'industrie pour la production d'électricité ou de chaleur, et des ménages pour la cuisson, la production d'électricité et l'éclairage. Ces différents usages font appel à divers produits dont les évolutions et la répartition sont résumées sur la figure 31.

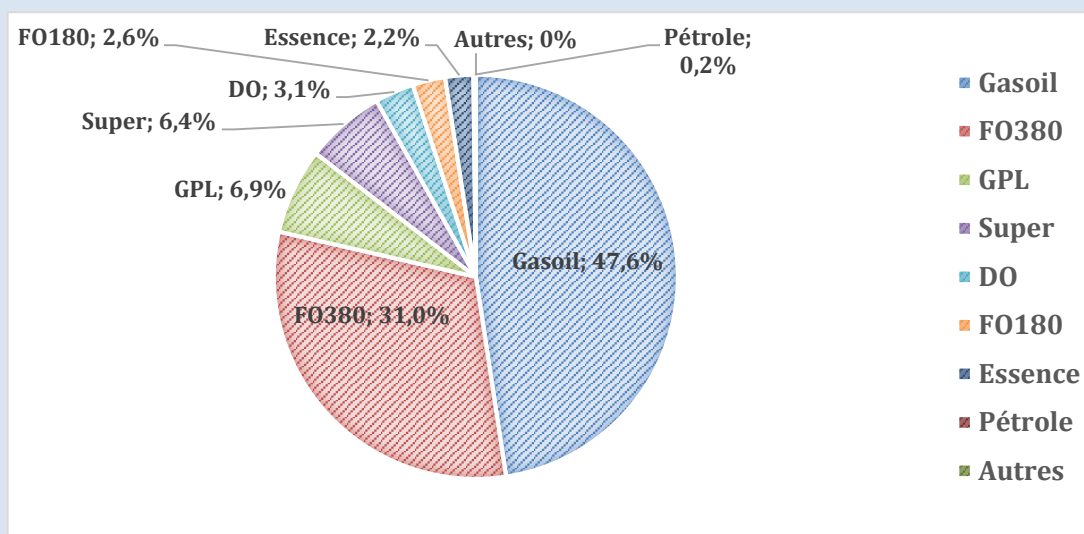
Figure 31 : Evolution de la demande des différentes formes d'hydrocarbures au Sénégal



## Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

Le principal enseignement à retenir de l'évolution de ces consommations est une croissance moyenne annuelle de 2,6% entre 2000 et 2013. En effet, ces consommations sont passées de 1 219 ktep en 2000 à 1 698 ktep en 2013, soit une croissance globale de 39%. Le second enseignement indique la prépondérance du gasoil (47,6%) suivi du fuel (33,6%), de l'essence (8,6%) et du GPL (6,9%). Le graphique 32 indique la ventilation de la demande en 2013 au regard des différents produits consommés. Il convient de noter que la hiérarchie des produits en 2013 est restée sensiblement la même depuis 2000.

Figure 32 : Ventilation des consommations d'hydrocarbures suivant les différents produits (2013)



Source : CNH, Analyses Performances Group

En termes d'usages i) le fuel oil est principalement destiné à la production d'électricité, notamment au niveau de la SENELEC ; ii) le gasoil et le super (essence avec un indice d'octane > ou = 95) sont essentiellement utilisés pour le transport et en particulier pour les automobiles et certains bateaux de pêche ; iii) le GPL est quasi exclusivement dédié à la cuisson domestique (90 à 95%<sup>35</sup>) ; iv) le DO, complété par une fraction du gasoil, est destiné aux groupes électrogènes et autres chaudières dans l'industrie ou dans le secteur hôtelier mais également au transport notamment ferroviaire<sup>36</sup>.

A la marge on retrouve les consommations de Jet A1, d'essence (indice d'octane entre 91 et moins de 95) et de pétrole lampant qui sont principalement et respectivement utilisés pour le transport aérien intérieur, la motorisation de pirogues ou de motocycles à deux temps<sup>37</sup> et l'éclairage domestique, en particulier en milieu rural.

La dynamique de croissance annuelle moyenne (2,6%) cache en réalité certaines disparités selon les types de produits pétroliers. En effet, l'analyse détaillée des évolutions révèle des croissances moyennes annuelles bien au-dessus de la moyenne globale pour le fuel oil 180

<sup>35</sup> Entretien avec CNH. PMC 2014.

<sup>36</sup> Entretien avec PTB. PMC 2014.

<sup>37</sup> Entretien avec CNH. PMC 2014.

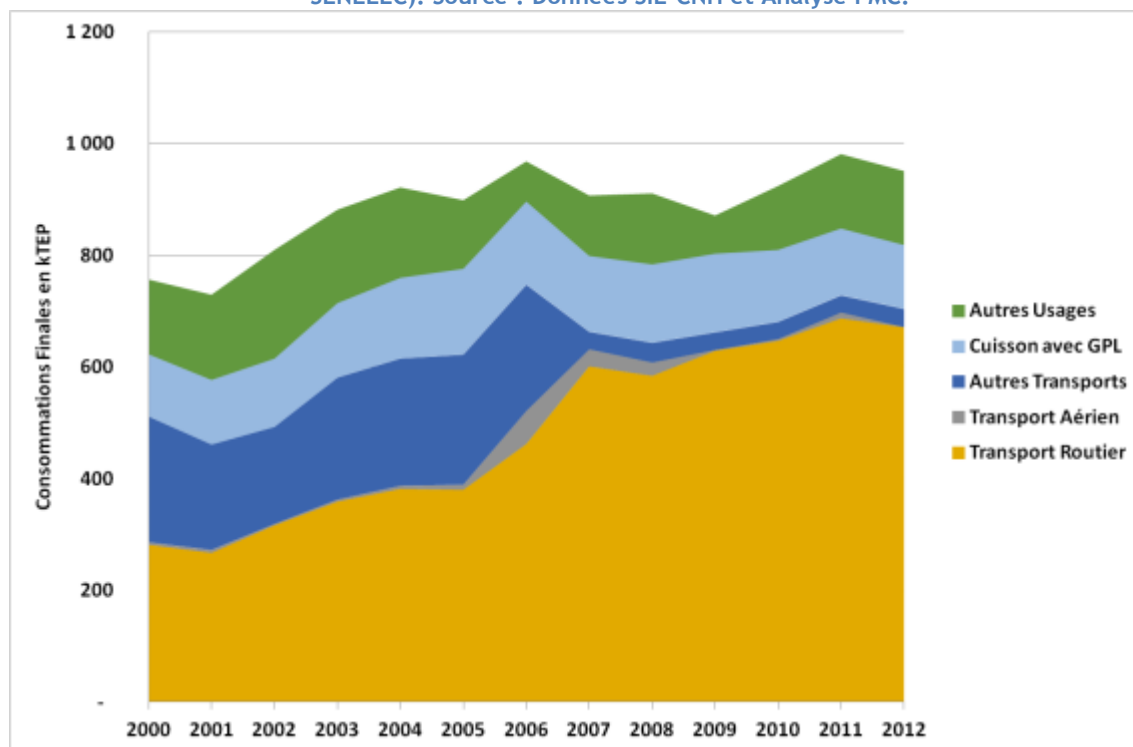
(5,9%), le fuel oil 380 (3,5%), le gasoil (4,5%) et le super (5%). A défaut de statistiques détaillées, il est difficile d'expliquer exactement les raisons de ces variations. Cependant, il est raisonnable de penser que la forte croissance du gasoil et du super est portée par le secteur du transport routier avec l'augmentation du nombre de véhicules résultant à la fois de l'augmentation de la population mais également de l'amélioration du niveau de vie des sénégalais. De même, la croissance de la demande en fuel peut essentiellement s'expliquer par le développement des capacités de production d'électricité de la SENELEC qui sont essentiellement à base de fuel.

Malgré l'absence de statistiques désagrégées sur la demande dans les différents usages des hydrocarbures, il est possible, sur la base d'une analyse de la structure de la demande pour un certain nombre d'usages, d'esquisser une décomposition des consommations finales en hydrocarbures au Sénégal. Ainsi, l'analyse des statistiques disponibles à ce jour (SIE, CNH) a permis de définir les groupes d'usages suivants :

- i) Transports, qui est décomposé suivant les modes utilisés en 3 sous-catégories (aérien, routier et autres transports pour le ferroviaire et le fluvio-maritime).
- ii) Cuisson, qui correspond aux usages du GPL.
- iii) Autres usages, qui recouvre les utilisations aux fins de la production d'électricité autonomes (groupes électrogènes professionnels et particuliers), de la production de chaleur pour les procédés industriels (vapeur et eau chaude), de l'éclairage domestique (pétrole lampant), etc.

Ces analyses ont permis d'obtenir le tableau présenté en annexe 2, qui a servi à la décomposition des usages des données fournies par le CNH (figure 33).

Figure 33 : Décomposition des consommations finales d'hydrocarbures (hors production électricité SENELEC). Source : Données SIE-CNH et Analyse PMC.



Il apparaît clairement que la demande en hydrocarbures au Sénégal, en dehors de celle destinée à la SENELEC pour la production d'électricité, est principalement tirée par le transport routier, la cuisson et les usages divers tels que les procédés industriels et les groupes électrogènes de secours. Ce qui est cohérent avec les tendances d'activités réelles des différents usages, dans la mesure où l'on connaît la faiblesse des transports ferroviaires et fluvio-maritimes. Il est également important que lorsqu'on enlève la demande pour le transport routier, la tendance globale des consommations finales nationales est à la baisse, essentiellement du fait du recul de la demande pour les autres modes de transport qui ont connu ces dernières diverses crises. Cela met évidence l'importance de l'accroissement de la demande des transports routiers, en accord avec les observations faites dans l'évolution du parc de véhicule au Sénégal.

Dans la perspective de l'évaluation des actions de maîtrise de la demande dans le sous-secteur des hydrocarbures, les caractéristiques des principaux usages à l'origine de cette demande doivent être présentées. Cela fait l'objet de la section suivante. Cependant, il faut signaler au préalable le caractère partiel de ces données compte tenu de la non-exhaustivité, voire de l'absence totale, des statistiques au sein des différentes structures intéressées par cette question. De même la demande en hydrocarbures destinée à la production d'électricité ne sera pas abordée dans la mesure où le sous-secteur de l'électricité fait l'objet d'une analyse séparée.

Par ailleurs, il convient de préciser que dans les différents segments étudiés la demande latente en hydrocarbures n'est pas intégrée faute de statistiques sur les causes et les volumes concernés.

### **Caractéristiques des principaux usages**

#### ***Transport routier***

Le transport routier est sans aucun doute le secteur qui a la plus grande part dans les consommations de gasoil et d'essence (super) qui représentent à elles seules 53% des consommations finales d'hydrocarbures en 2013. Le transport routier assurerait à lui la quasi-totalité des déplacements de biens et de personnes au Sénégal<sup>38</sup>, respectivement 95% et 99%. Dans le cadre de cette étude aucune donnée n'a pas été recueillie pour confirmer ces statistiques ; cependant, les informations recueillies sur le parc de véhicules au Sénégal montre qu'il est en constante évolution ; il est constitué en 2013 de 401 910 véhicules. Le graphique 34 montre que le parc automobile sénégalais a connu deux grandes phases : i) la période allant de 1980 à 2000 au cours de laquelle le parc a cru au rythme annuel moyen de 1,5%, et ii) la période qui va de 2000 à 2013 au cours de laquelle la croissance annuelle moyenne a été de 6,9%. Cela traduit une forte dynamique dans le sous-secteur du transport routier, probablement due à l'émergence de nouvelles techniques commerciales et de nouveaux mécanismes de financement. L'analyse détaillée de cette évolution montre qu'elle résulte principalement de la croissance du nombre de véhicules particuliers, pour la plus grande part, et de celle des véhicules de marchandises dans une moindre mesure. Il convient de noter que la répartition des différentes catégories de véhicules<sup>39</sup> reste équilibrée sur toute la période 2007-2013. En effet, les véhicules particuliers représentent

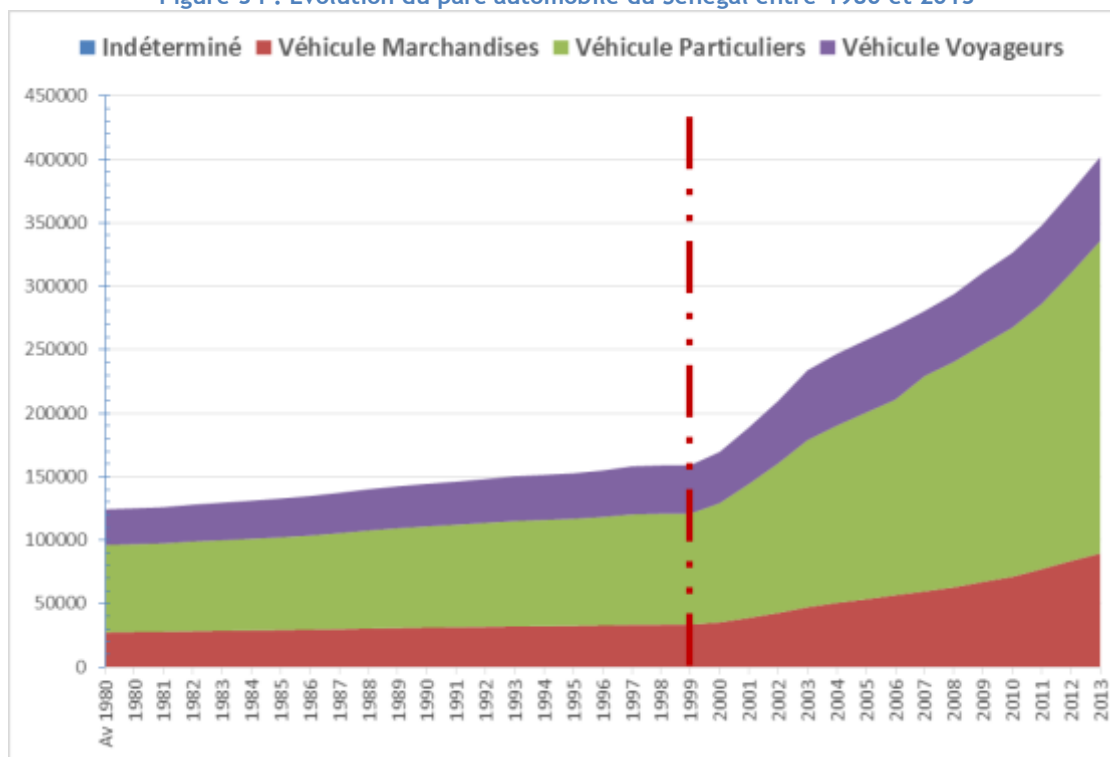
<sup>38</sup> DTT: Etude des coûts et conditions d'exploitation des véhicules de transports publics de personnes (2007).

<sup>39</sup> Données DTT retraitées par PMC suivant le classement utilisé par AGEROUTE.

## Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

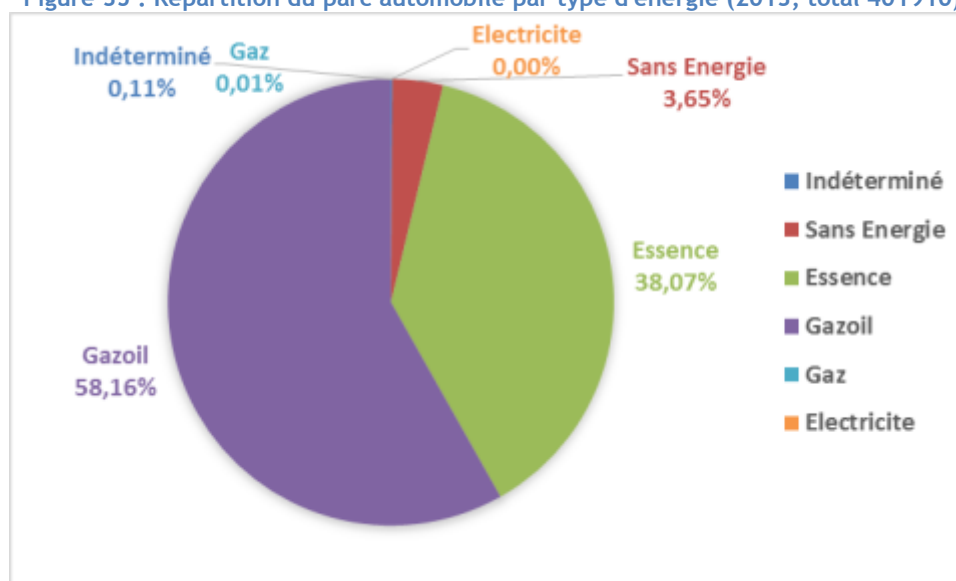
environ 61% du parc, les véhicules de voyageurs représentent environ 17%, tandis que les véhicules de marchandises représentent environ 21%.

Figure 34 : Evolution du parc automobile du Sénégal entre 1980 et 2013



Du point de vue des énergies utilisées dans le sous-secteur des transports routiers, on peut noter la prédominance du gasoil avec 58% du parc, et de l'essence avec 38% (figure 35). Cela révèle la faible diversité des ressources énergétiques, notamment des ressources efficaces et moins polluantes, en référence aux pays développés et émergents.

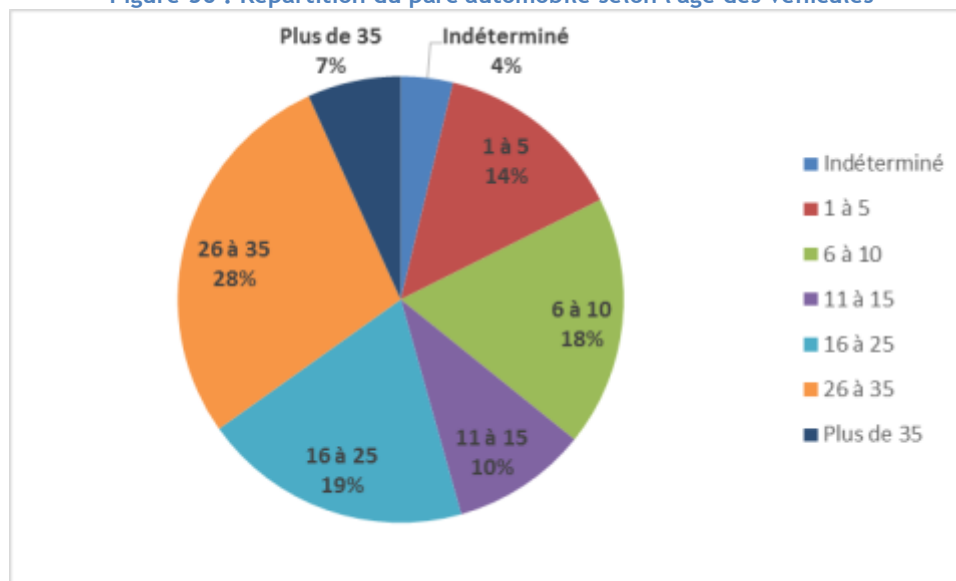
Figure 35 : Répartition du parc automobile par type d'énergie (2013, total 401910)



## Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

Le parc automobile sénégalais est également caractérisé par sa vétusté. En effet, plus de 64% des véhicules ont plus de 10 à 15 ans d'âge (figure 36). Cela révèle un faible turnover du parc qui est sans aucun doute défavorable à l'efficacité énergétique globale du sous-secteur compte tenu des évolutions technologiques et des efforts des constructeurs automobiles pour mettre sur le marché des véhicules de plus en plus légers, de moins en moins énergivores et de plus en plus assistés électroniquement pour l'optimisation des consommations (système stop-and-start, multiplication des rapports,...).

Figure 36 : Répartition du parc automobile selon l'âge des véhicules



De même, dans la perspective d'un programme national de maîtrise de l'énergie, il faut retenir que la quasi-totalité des véhicules sont immatriculés à Dakar avec 72,8% du parc, suivi de Thiès avec 7,9% et de Diourbel avec 4,6%.

Enfin, il convient de noter que des études détaillées ont été menées sur les conditions d'exploitation des véhicules de transport public au Sénégal. Quelques éléments de l'étude la plus récente, publiée en 2014, sont présentés en annexe 3. L'analyse des consommations unitaires de carburant (litre) pondérée par unité de personnes transportées sur 100 km (l/100pkm) révèlent les principaux enseignements suivants :

- Les véhicules usagés consomment en moyenne, toutes catégories confondues, entre 11% (taxis 7 places) et 172% (pick-up aménagés en camionnettes) de plus que les véhicules neufs.
- Les taxis urbains usagés consomment moins à Dakar qu'en régions ; cela est probablement dû à la différence de qualité et d'état des routes.
- Les « Car rapide » consomment entre 27 et 39% de plus que les « Car Ndiaga Ndiaye », selon qu'ils sont neufs ou usagés.
- Les minibus TATA neufs seraient moins efficaces que les « Car Ndiaga Ndiaye » neufs ; ce résultat est surprenant. Cependant, la capacité des minibus contribue à réduire la congestion des routes.

*Les principaux enjeux de la maîtrise de l'énergie dans le sous-secteur du transport routier au Sénégal s'appuient sur 3 leviers : i) le développement des modes de transport collectifs qui ne représentent aujourd'hui que 20% du parc ; ii) la diversification des sources d'énergie actuellement concentrées sur le gasoil et l'essence ; et, iii) le renouvellement du parc qui*



*est plutôt ancien. A cela s'ajoute le développement du réseau routier en termes de qualité des routes et de quantité.*

### **Transport Aérien**

Dans le cadre des études sur l'efficacité énergétique, seules les statistiques associées au transport intérieur doivent être considérées<sup>40</sup>. Le poids du transport aérien local dans le bilan énergétique du sous-secteur des hydrocarbures est relativement très faible. Les statistiques du secteur sont tenues par l'agence des Aéroports du Sénégal (ADS) et par l'ANACIM.

Les rencontres avec ces acteurs n'ont pas permis d'obtenir des éléments permettant de bien caractériser la nature de la demande du sous-secteur du transport aérien domestique.

Le transport aérien local concerne essentiellement les mouvements entre l'aéroport de Dakar et les différents aérodromes à l'intérieur du pays. Le Sénégal compte deux types d'infrastructures aéroportuaires locales :

- Les aérodromes contrôlés (i.e. disposant d'une tour de contrôle) que sont Dakar, Cap Skiring, Ziguinchor, Saint-Louis et Tambacounda.
- Les aérodromes non contrôlés parmi lesquels on distingue :
  - o Les aérodromes publics : Kédougou, Matam, Bakel, Podor, Kaolack, Kolda, Simenti, Richard-Toll.
  - o Les aérodromes privés : Sabodala.

Les vols nationaux sont assurés à ce jour par trois compagnies : Transair, Arc en Ciel et Senegal Airlines. Les détails sur les compagnies (statistiques de transport et caractéristiques des flottes) ne peuvent être fournis que par elles-mêmes ou, peut-être, par l'ANACIM qui agréé les compagnies<sup>41</sup>.

### **Transport Ferroviaire**

Malgré l'absence de statistiques détaillées et fiables, le transport ferroviaire est certainement le deuxième mode transport le plus utilisé au Sénégal après le transport routier. Le sous-secteur a connu de nombreuses mutations, notamment en termes d'opération. Aujourd'hui les opérations de transport ferroviaire sont portées par plusieurs sociétés privées :

- PTB SA : qui assure le transport des voyageurs sur tout le territoire national.
- GCO : qui assure le transport du minerai pour les mines de zircon.
- SEFICS : qui transporte le phosphate des ICS.
- Transrail : qui assure tout le reste du fret.

En marge de ces sociétés, il existe l'agence nationale des nouveaux chemins de fer du Sénégal (ANCF) qui assure la gestion et le développement du réseau ferroviaire. Le réseau, d'une longueur de 1086 km dont 934 km de voies principales et 152 km de voies secondaires,

<sup>40</sup> Energy Efficiency Indicators: Essentials for Policy Making (IEA, 2014)

<sup>41</sup> Entretien avec AEME

## Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

n'a connu aucune évolution depuis 1968<sup>42</sup>. Ce réseau est aujourd'hui caractérisé par une très faible qualité, des voies très vétustes et mal entretenues, obligeant les trains à rouler à des vitesses inadaptées et conduisant à une surconsommation des locomotives (faible facteur de charge des moteurs). A titre d'exemple pour le transport commercial, les vitesses autorisées atteignent difficilement 50 km/h là où les références internationales de transport commercial sont à 100 km/h<sup>43</sup>. Seule la PTB a fourni des informations, bien que partielles, sur ses statistiques et les caractéristiques de son parc. Ainsi, on note que le transport de voyageurs est assuré par :

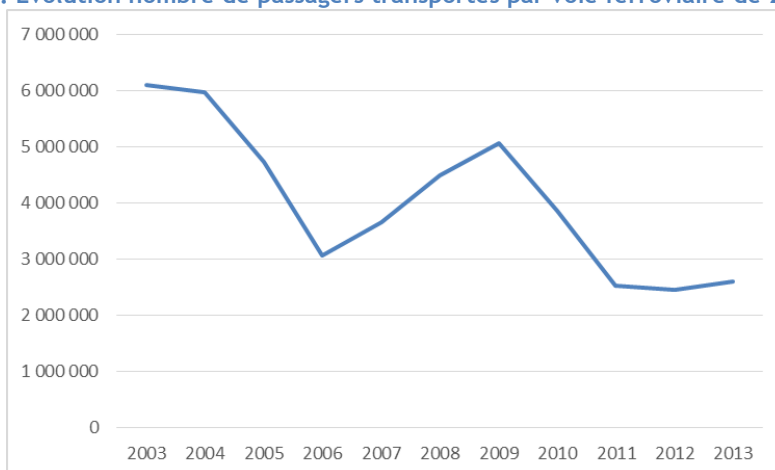
- i) 5 locomotives CC1500 (moteurs de 1350 CV) utilisées pour la liaison Dakar/Rufisque/Thiès ;
- ii) 1 locomotive CC2301 (moteur de 2300 CV) initialement prévue pour la liaison Dakar/Bamako ; et,
- iii) 8 petites rames réversibles (i.e. à deux têtes) avec des moteurs de 750 CV.

Du point de l'énergie, les petites rames fonctionnent au gasoil tandis que les grandes fonctionnent au Diesel Oil. La consommation spécifique des locomotives est supérieure à 2 l/km (2,4 l/km en 2013) alors qu'elle devrait être de 0,6 à 0,8 l/km<sup>44</sup>. Cette surconsommation serait liée à de nombreux facteurs tels que i) l'état des voies (principal motif selon PTB SA), ii) le fonctionnement en sous-régime (vitesse inadaptée) et iii) l'âge des moteurs bien qu'ils subissent des révisions générales (remises à neuf) à leur acquisition.

Le parc de PTB SA est constitué exclusivement de locomotives très âgées qui ont été réhabilitées. La durée de vie d'une locomotive neuve est d'environ 25 ans et celle des locomotives réhabilitées est de 15 ans voire 18 à 20 ans.

Tous ces facteurs contribuent à la dégradation de la qualité de service et, in fine, à la baisse de la fréquentation des trains alors même qu'il s'agit d'un des modes de transport en commun les plus efficaces au monde en termes de consommation par personne transportée et par kilomètre parcouru. La figure 37 confirme la baisse de la fréquentation observée entre 2003 et 2013, près de -57,5% à un rythme annuel moyen de -8,2%.

Figure 37 : Evolution nombre de passagers transportés par voie ferroviaire de 2003 à 2013



<sup>42</sup> Secteur du Transport au Sénégal: Enjeux et défis pour la réalisation des objectifs de croissance durable et de réduction de la pauvreté (2009)

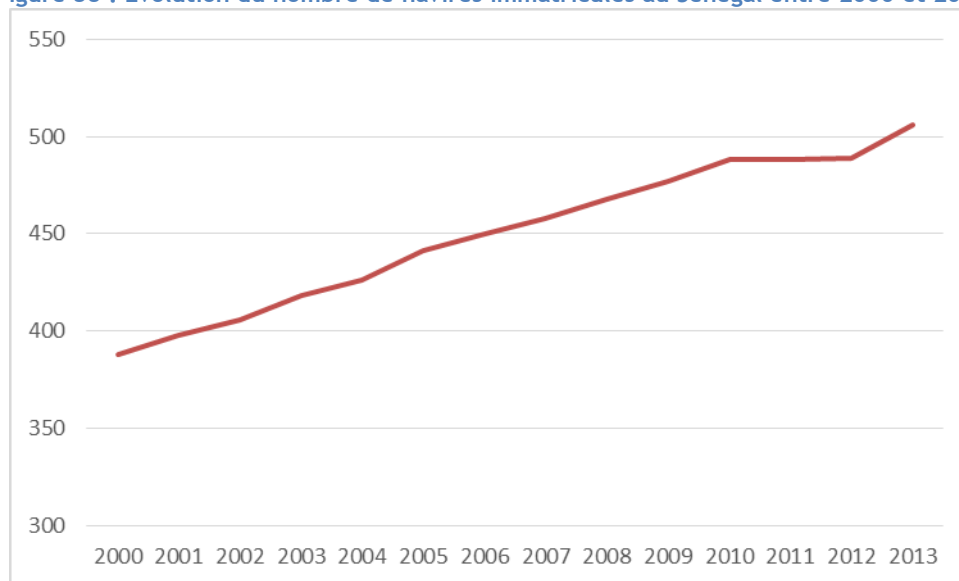
<sup>43</sup> Ibid.

<sup>44</sup> Entretien avec PTB SA. PMC 2014.

### Transport Fluvio-Maritime

Le Sénégal compte 1 port principal (le Port Autonome de Dakar), 6 ports secondaires (St-Louis, Kaolack, Lyndiane, Salin, Djifer et Ziguinchor) et 13 escales fluviales (10 sur le fleuve Sénégal, 1 à Foundioune et 2 en Casamance). Les tentatives de collectes de données sur les consommations liées au transport fluvio-maritime domestique ont été quasiment vaines à l'exception de quelques données recueillies auprès de l'ANAM et de la COSAMA. En effet, l'ANAM a fourni des éléments sur l'évolution du parc de navires immatriculés au Sénégal (figure 38). Ces navires sont majoritairement des navires de pêche (80% de chalutiers, 15% de thoniers et 5% de navires de commerce et de servitude).

Figure 38 : Evolution du nombre de navires immatriculés au Sénégal entre 2000 et 2013



Dans le sous-secteur du transport fluvio-maritime la pêche à la pirogue occupe une place importante. Cependant, il n'existe pas de statistiques suivies sur ce segment. Néanmoins, les rencontres avec la SIRN (Société d'Investissements et de Restructuration Navale) ont permis d'estimer le nombre de pirogues actuellement en activité à environ 20000 unités<sup>45</sup>. Selon une enquête réalisée<sup>46</sup> par la SIRN, dans le cadre de son projet de substitution des pirogues en bois par des pirogues en matériaux composites, la flotte de pirogues se répartit comme suit :

- 53% des pirogues ont une longueur de 7 à 14 m, dont 78% sont équipés de moteurs 2 temps à essence d'une puissance de 15 CV.
- 28% sont pirogues de grande taille supérieure à 14 m (habituellement entre 19 et 21m), dont 79% sont équipées de moteurs 2 temps à essence d'une puissance de 40 CV.
- 19% constitués par des pirogues sans moteurs (12%) et des pirogues de taille non standard, équipées de moteurs de 15 CV (7%).

Le projet de remplacement des pirogues en bois par des pirogues en polyester, s'il était mené à terme, contribuerait à une plus grande efficacité énergétique dans ce segment de la demande en hydrocarbures. En effet, les pirogues en bois sont plus lourdes et leurs

<sup>45</sup> Entretien avec SIRN. PMC 2014.

<sup>46</sup> Sur un échantillon de 99 pirogues réparties sur tous les quais de pêche du Sénégal.

moteurs à temps moins efficaces que les moteurs à 4 temps prévus sur les nouvelles pirogues qui ont en plus l'avantage d'être légères.

Il faut noter qu'en moyenne une pirogue de 12 à 14 m coûte 2,7 millions FCFA (dont 1,5 million FCFA pour le moteur de 15 CV) pour une durée de vie de 4 ans. Les pirogues en polyester sont prévues pour durer une trentaine d'année avec un coût de l'ordre de 5 millions FCFA.

*La faiblesse des statistiques dans ce sous-secteur empêche toute évaluation rationnelle des actions d'économies d'énergie envisageables sur le transport fluvio-maritime.*

### **Production d'électricité et de chaleur**

Bien loin derrière les usages pour le transport et la production d'électricité à la SENELEC, une fraction des hydrocarbures sont destinées à la production de chaleur (chaudières pour production de vapeur et/ou d'eau chaude) et à la production d'électricité (groupes électrogènes de secours). Il n'existe malheureusement aucune statistique détaillée et consolidée, au niveau national, sur la portion congrue de ces usages dans le bilan énergétiques des hydrocarbures. D'un point de vue qualitatif, les besoins de chauffage sont plutôt rencontrés dans les milieux industriel, hôtelier et hospitalier dans une moindre mesure ; tandis que les besoins de production d'électricité de secours se rencontrent à la fois chez les professionnels et chez les particuliers.

Du point de vue de l'efficacité énergétique, on peut rencontrer de nombreuses difficultés notamment en termes de dimensionnement et de choix des chaudières et des groupes électrogènes. En effet, un groupe électrogène mal dimensionné peut avoir des facteurs de charge inférieurs à la norme qui conduiront à une consommation spécifique plus élevée ; une chaudière mal réglée, mal entretenue ou encore non optimisée en termes de conception (e.g. utilisation d'économiseurs) peut conduire à des pertes d'énergies considérables.

## **3. La demande des autres combustibles**

La demande en combustibles du Sénégal résulte principalement de 3 catégories d'usagers :

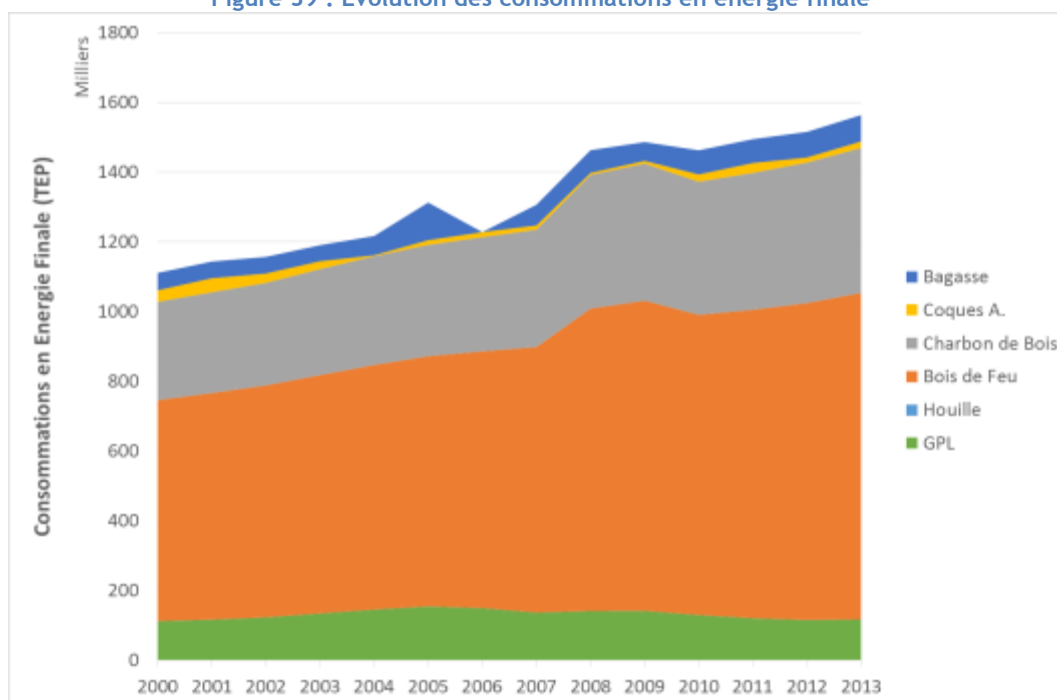
- Les grandes compagnies industrielles, qui utilisent les résidus agroforestiers ou agroindustriels pour la production d'énergie électrique et/ou thermique.
- Les ménages qui utilisent les différents types de combustibles essentiellement pour la cuisson.
- Les autres usagers professionnels (restaurants, auberges, boulangeries traditionnelles,...) qui utilisent également les combustibles pour les besoins de cuisson essentiellement.

Dans la perspective de l'évaluation des actions d'économies d'énergie qui sont envisagées, l'état de l'art doit renseigner sur la structure de la demande, les niveaux de consommations d'énergie finale et les niveaux d'équipements.

### Consommations Finales

La demande en énergie du sous-secteur des combustibles est globalement en croissance régulière, à un rythme annuel moyen de 2,67% depuis l'an 2000 (fig. 39). En 2013, elle se situait à 1363 kTEP<sub>EF</sub> soit une hausse de 40% en 13 ans. Cette tendance est essentiellement portée par trois combustibles à usage essentiellement domestique : le bois de chauffe, le charbon de bois et le GPL dont les consommations représentent respectivement 60%, 26% et 7,5% de l'énergie finale demandée en 2013.

Figure 39 : Evolution des consommations en énergie finale



Dans l'ensemble on observe que la structure de la demande en termes de proportion des différentes formes de combustibles est restée quasiment constante entre 2000 et 2013 ; à l'exception du GPL dont la part relative a cru de 10% en 2000 à 12% en 2006, avant de baisser régulièrement jusqu'à 7% en 2013. Cette baisse étant probablement due à plusieurs facteurs tels que la hausse des prix des hydrocarbures et la crise énergétique liée à la pénurie des approvisionnements dans les années 2006 à 2009, et, par-dessus tout, l'arrêt de la subvention de l'Etat sur le gaz en 2009 ; ces deux inflexions sont nettement remarquables sur la figure 39 (aire GPL). En effet, la subvention était devenue insoutenable pour l'Etat dans la mesure où elle favorisait l'augmentation du nombre d'utilisateurs, qui en retour accroissait la masse de la subvention (spirale à la fois vertueuse sur le plan énergétique et infernale sur le plan budgétaire). La baisse de la demande en GPL s'est traduite par une augmentation de la demande en charbon de bois et en bois.

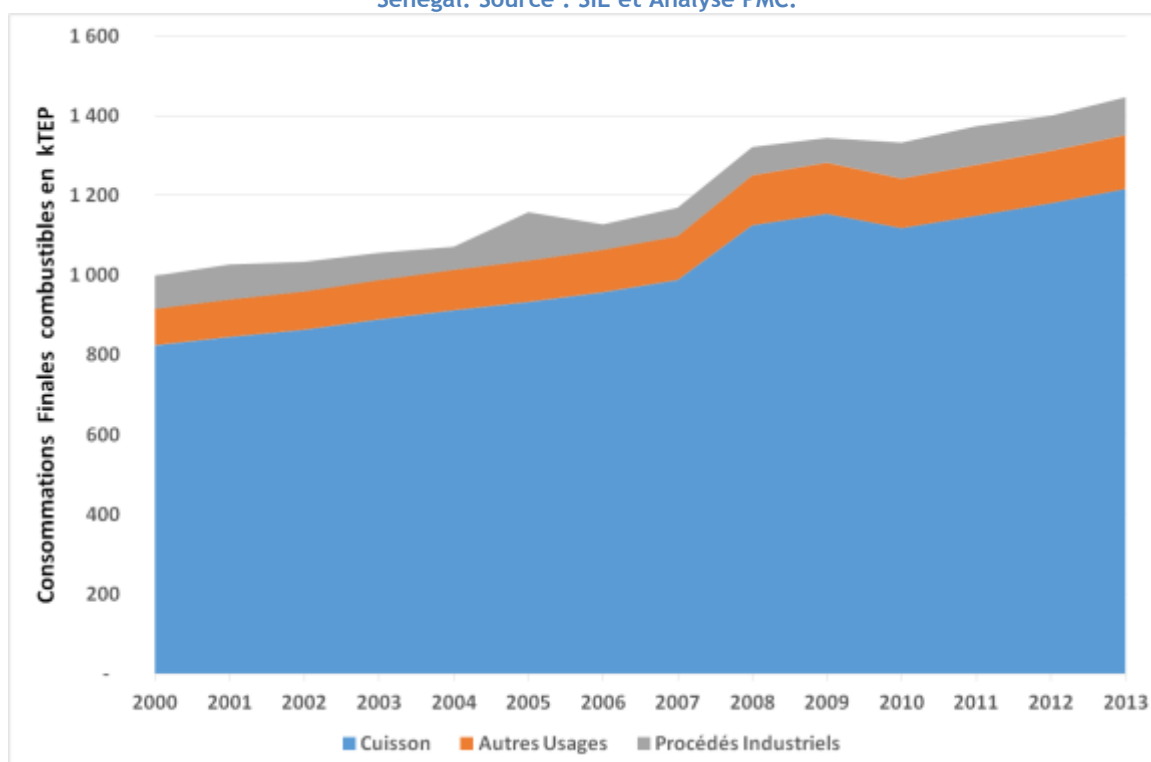
### Structure de la demande

La structure de la demande s'exprime en termes de principaux usagers et usages des combustibles au Sénégal. Bien que des statistiques détaillées ne soient pas disponibles pour l'ensemble de ces critères, il est possible d'analyser la décomposition des consommations

## Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

finales en combustibles suivant trois grandes catégories d'usages : la cuisson, les procédés thermiques industrielles et les autres usages. En effet, les usages des principaux combustibles sont connus : le bois et le charbon sont essentiellement utilisés pour la cuisson ; la bagasse et la coque d'arachide sont utilisées dans les industries agroalimentaires (sucrierie et huileries). Les autres usages comprennent, à la marge, l'éclairage en milieu rural. Du point de vue des usagers, il a été indiqué dans le cadre des entretiens que près 90%<sup>47</sup> de la demande en GPL est due aux ménages ; que le bois et le charbon de bois sont également à près de 90% destinés aux ménages, le reste étant destiné aux activités professionnelles (petite restauration, boulangeries traditionnelles, fumage de poisson...).

Figure 40 : Décomposition des consommations finales de combustibles suivant les principaux usages au Sénégal. Source : SIE et Analyse PMC.



La demande présentée ci-dessus n'intègre pas la demande latente en combustibles domestiques. Celle-ci, compte tenu de la relative accessibilité du bois et du charbon, concernerait probablement plus les combustibles modernes tels que le GPL. Bien qu'il n'existe aucune statistique sur la demande latente en GPL, on peut suggérer qu'elle a deux principales origines : le coût du GPL, dont on voit l'impact sur la demande à travers les effets de la levée de la subvention, et les difficultés d'accès à cette forme d'énergie dans les zones rurales, ce qui, en plus des revenus, expliquerait la différence de la pénétration du GPL entre les milieux urbains et ruraux.

### Equipements

Etant donné la prépondérance de la cuisson et des ménages en termes d'usagers et d'usages des combustibles au Sénégal, la présente section est focalisée sur les équipements de cuisson

<sup>47</sup> Entretien avec le PROGEDE (90 à 95% de la demande en GPL due aux ménages). PMC 2014.

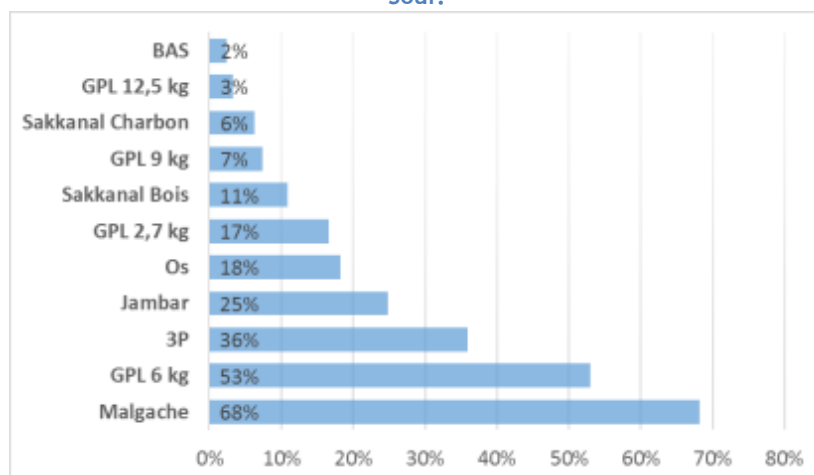
## Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

dans les ménages sénégalais. Les principaux équipements utilisés pour la cuisson dans les ménages sont :

- Pour le GPL : des bouteilles de gaz métalliques mis sur le marché suivant 4 formats spécifiques 2,7 kg, 6 kg, 9 kg, 12,5 kg et 38 kg.
- Pour le charbon de bois : Foyers Malgache, Sakkanal-Charbon ou Jambar.
- Pour le bois : Foyers 3P (Trois Pierres), Ban Ak Souf, Os (Trépièdes), Sakkanal-Bois.

La figure 41 classe, à l'échelle du pays, les différents équipements de cuisson suivant leurs taux de pénétration dans les ménages (i.e. nombre d'équipements par technologie de cuisson rapporté au nombre total de ménages<sup>48</sup>). Il apparaît ainsi qu'en 2013 le taux d'équipement, tous équipements confondus, était dominé, au niveau national, par les foyers traditionnels pour le charbon (68%), les foyers 3P pour le bois (36%) et les bouteilles de gaz de 6 kg pour le gaz butane. La figure 41 représente la hiérarchie des équipements suivant le niveau de pénétration dans les ménages. La somme des taux d'équipements est supérieure à 100% (247%), cela révèle le multiéquipement des ménages. En effet, les ménages possèdent en moyenne 2 à 3 équipements de cuisson parmi les différentes technologies disponibles.

Figure 41 : Hiérarchie des équipements suivant le taux d'équipement des ménages en 2013. BAS : Ban Ak Souf.



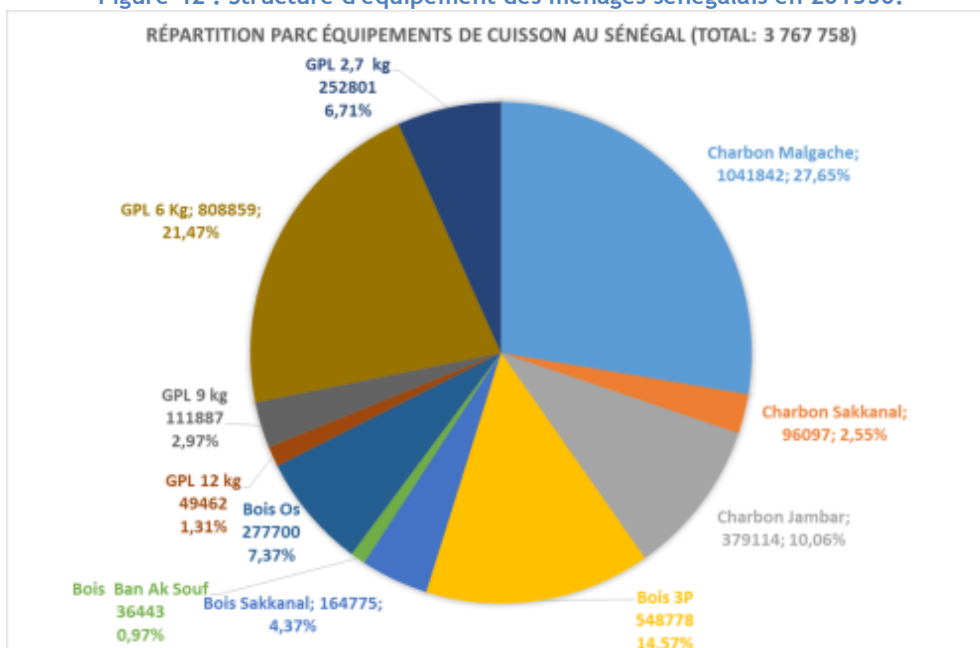
Cette hiérarchie des taux d'équipements se retrouve également sur la répartition du parc d'équipements de cuisson qui est principalement dominé, au niveau national, par les foyers malgache (27%), les bouteilles de gaz de 6 kg (21%), les foyers 3P (14%) et les foyers Jambar (10%) (fig. 42). L'analyse conjuguée des taux d'équipement et de la structure du parc d'équipements de cuisson met en exergue la relative faible pénétration des foyers dits améliorés. Ces foyers, bien que plus efficaces, semblent souffrir de diverses contraintes (coût, communication, accessibilité du réseau de distribution, maniabilité...). Il est à noter par exemple que pour le charbon, les foyers Sakkanal sont 20 à 25% plus efficaces que les foyers Malgache, et les foyers Jambar sont 40 à 45% plus efficaces.<sup>49</sup>

<sup>48</sup> Données issues du recensement général de 2013.

<sup>49</sup> Entretien avec le PROGEDE, PMC 2014.



## Analyse de la demande d'énergie du Sénégal

Figure 42 : Structure d'équipement des ménages sénégalais en 2013<sup>50</sup>.

Il convient de noter que, compte tenu des différences d'efficacité, la structure d'équipement n'est pas représentative de la structure de consommation. Ce point est important à souligner à ce stade, dans la mesure où la connaissance de la contribution de chaque technologie au bilan énergétique global est requise pour évaluer les actions de maîtrise de l'énergie.

De même, il faut noter que du point de vue de l'efficacité énergétique l'absence d'historique sur l'évolution des taux d'équipements constitue une contrainte qu'il faudra adresser à travers la formulation d'hypothèses raisonnables.

Une des principales caractéristiques des ménages sénégalais est l'utilisation de plusieurs types d'équipements et de combustibles suivant les besoins spécifiques. Il existe dès lors une hiérarchie entre les différents combustibles selon leur rang d'utilisation (principal, secondaire voire tertiaire) qu'il faut intégrer dans la définition des cibles prioritaires pour les actions d'économies d'énergie.

*Du point de vue de la maîtrise de l'énergie les principaux enjeux de la demande en combustibles domestiques résident dans l'utilisation d'équipements de cuisson efficaces (foyers améliorés, brûleurs à gaz efficaces, déperditions thermiques limitées...).*

<sup>50</sup> Enquête nationale portant sur la consommation et les pratiques des ménages en combustibles domestiques, SEMIS 2014.

## VI. Projections de la demande d'énergie

### 1. Introduction à la modélisation

#### Préambule

Cette étude a requis la collecte d'un très grand volume de données à partir desquelles les différentes projections de demande dans les différents sous-secteurs ont été bâties. Le principe directeur retenu tout au long de l'étude a été de se référer, lorsqu'elles existent, aux données fournies par la source la plus proche de l'activité du sous-secteur. A défaut, les travaux sont basés sur les données issues d'autres structures, telles que le SIE de la Cellule Etudes et Planification du ministère de l'énergie, qui collectent et consolident des informations provenant de différentes sources. Ainsi, pour les hydrocarbures les données fournies par le CNH ont été considérées comme base de travail ; il en est de même pour l'électricité où le travail est fondé essentiellement sur les données collectées à la SENELEC. Cependant, pour certaines données de l'électricité non suivies par la SENELEC ou pour celles concernant les combustibles traditionnelles et modernes, qui ne sont centralisées nulle part, les informations recueillies auprès du SIE ont été utilisées.

Il est à noter que l'ensemble des éléments de projection présentés dans ce rapport sont établis par rapport à une année de référence commune qui a été définie à 2013.

#### 1.1. Note d'hypothèses

Les travaux de modélisation ont requis la formulation d'un certain nombre d'hypothèses qui sont résumées ci-après.

#### *Electricité*

**H1 :** L'analyse de l'évolution de la demande d'électricité entre 2005 et 2013 (cf. fig. 24), reposant sur les données (consommations et nombre de clients) issues de la SENELEC, montre que la structure suivante :

- Les ménages représentent toujours autour de 43% des consommations avec un écart-type d'environ 2% de la moyenne.
- Les professionnels BT constituent environ 19% de la demande avec un écart-type établi autour de 3%.
- Les professionnels MT représentent 29% de la demande avec un écart-type d'environ 1,6%.
- Les professionnels HT constituent 7% de la demande avec un écart-type de 11% ; cette forte variation de la proportion de la demande HT pourrait s'expliquer par les variations de demande des autoproducteurs telles que SOCOCIM et ICS dont la demande varie de leur production propre.
- L'éclairage public quant à lui représente 2% des consommations avec un écart-moyen par rapport à la moyenne de 3%.

Cette structure est vérifiée sur toute la période d'analyse allant de 2005 à 2013 ; c'est-à-dire que les proportions de consommations énergétiques peuvent être considérées comme invariantes.

## Projections de la demande d'énergie

**H2 :** L'analyse de la constitution de la clientèle entre 2005 et 2013 montre, sur toute la période (tableau 7), que la structure ne varie pas réellement d'une année à l'autre. En effet, les ménages représentent environ 80% des clients, les professionnels BT environ 19% des clients, le reste étant partagé entre les clients MT, HT et E.P. ; il est à noter que dans la suite des analyses la structure de la clientèle n'est utilisée que pour la ventilation des clients BT et MT ; les clients E.P. et HT étant toujours identifiables et homogènes.

Tableau 7 : Statistiques de la répartition de la clientèle entre 2005 et 2013.

Catégories Clients	Proportion des Clients				
	Min	Max	Moyenne	Ecart-Type	Variation
Ménages BT	79,75%	80,85%	80,72%	0,17%	0,2%
Pro. BT	18,89%	19,97%	19,02%	0,16%	0,9%
Pro. MT	0,15%	0,19%	0,16%	0,01%	5,0%
Pro. HT	0,00033%	0,00050%	0,00%	0,00%	9,7%
E. P.	0,09%	0,11%	0,10%	0,01%	5,4%

**H3 :** Les puissances moyennes à l'horizon 2030 seront prises identiques aux puissances moyennes actuelles. Ces dernières ont été obtenues, par croisement de notre expertise en audits énergétiques en milieux industriel et tertiaire, et des données collectées dans le cadre de nos entretiens, issues notamment de l'étude de maîtrise de la demande réalisée en 2007 par la SENELEC. En effet, la puissance moyenne des différents équipements représentatifs des différents usages types peut être considérée comme invariante, compte tenu des effets croisés du vieillissement, qui aura tendance à accroître la puissance moyenne appelée, et de l'évolution de la technologie avec le renouvellement, plutôt lent, du parc d'équipements, qui deviendraient de plus en plus performants.

**H4 :** La progression du taux d'équipement des ménages est fonction de la progression du budget destiné aux équipements. C'est-à-dire qu'à défaut de statistiques sur les dépenses des ménages, notamment en biens d'équipements, nous considérons que le budget équipement des ménages déterminera le taux d'équipement. Cette hypothèse est renforcée par l'analogie avec la méthodologie développée dans la méthodologie du modèle PAMS<sup>51</sup>.

**H5 :** La part des revenus dédiée à l'équipement des ménages est estimée à 10% en 2013 et 5% en 2030. Ces chiffres ont été pris en référence à des études en France<sup>52</sup> sur la structure du budget des ménages dédié aux équipements du logement. Le taux français a été multiplié par 2, pour tenir compte de l'évolution des modes de consommation de nos jours (accès au crédit plus facile, modes de vie plus dynamiques et confortables, achats en ligne,...). La baisse, également observée sur les chiffres de l'INSEE, traduit l'effet de saturation.

<sup>51</sup> Policy Analysis Modeling System, modèle développé par le CLASP.

<sup>52</sup> Article INSEE : « La consommation des ménages depuis cinquante ans » *Georges Consales, Maryse Fesseau et Vladimir Passeron*.

## Projections de la demande d'énergie

Figure 43 : Extraction de l'étude sur l'évolution de la répartition du budget des ménages français.

Coefficients budgétaires par postes							
	Coefficients budgétaires (%)				Valeurs (Mds €)	Évolution annuelle 1960-2007 (%)	
	1960	1975	1990	2007	2007	Volume/hab.	Prix
<b>Alimentation et tabac</b>	<b>37,6</b>	<b>29,7</b>	<b>27,1</b>	<b>25,0</b>	<b>219,8</b>	<b>1,4</b>	<b>4,8</b>
Alimentation hors boissons	24,7	19,5	17,1	14,4	126,4	1,5	4,4
Boissons non alcoolisées	1,6	1,1	1,1	1,3	11,2	2,9	3,6
Restauration	5,1	4,9	5,6	5,9	51,8	1,1	6,4
Boissons alcoolisées	4,0	2,8	2,0	1,6	14,4	0,7	4,4
Tabac	2,3	1,4	1,4	1,8	15,9	0,4	6,3
<b>Consommation liée au logement</b>	<b>16,4</b>	<b>19,6</b>	<b>18,2</b>	<b>18,8</b>	<b>164,9</b>	<b>2,8</b>	<b>4,6</b>
Loyers réels	2,3	3,8	4,0	5,2	45,3	2,8	6,3
Services liés aux logements	1,2	1,8	2,0	2,7	23,4	2,2	6,7
Chauffage, éclairage, eau	3,9	4,9	4,8	4,7	41,0	2,9	4,6
Gros équipement du logement	4,1	4,0	3,1	2,5	21,7	3,1	2,8
Produits du bricolage	1,0	1,2	0,9	0,9	7,7	2,3	4,7
Produit pour l'entretien courant de la maison	4,0	3,9	3,4	2,9	25,9	2,6	3,8

**H6 :** En l'absence de statistiques sur les revenus des ménages<sup>53</sup>, il a été retenu que les revenus des ménages pouvaient être assimilés au PIB moyen par ménage (cf. modèle PAMS).

**H7 :** Le taux d'équipement en éclairage public est considéré comme invariant. En effet, on suppose qu'en moyenne le nombre de lampadaires, pondéré par unité de longueur de rues éclairées par exemple, est sensiblement constant d'une commune à l'autre. Ainsi, on considère que les nouvelles communes qui accèdent à l'éclairage public s'équipent en moyenne au même niveau que celles qui sont déjà éclairées. Par conséquent, seul le nombre de clients fera évoluer le parc.

**H8 :** Le taux d'équipement de la catégorie d'usagers « Agriculture » est considéré comme étant corrélé au PIB du secteur agricole pour tenir compte de la diffusion de la mécanisation et de l'irrigation. En effet, nous considérons que la mécanisation et l'irrigation favorisent la production, donc l'accroissement de la valeur ajoutée de la branche « Agriculture ».

**H9 :** Le taux d'équipement de toutes les autres catégories professionnelles (Industrie, Hôtellerie, Services,...) est considéré invariant. En effet, on considère que le taux est déterminé par le type d'activité d'une part, et que tout nouvel entrant se met à niveau d'autre part. Les phénomènes d'extension ou de densification sont considérés comme négligeables.

**H10 :** Le taux d'équipement des ménages ruraux, pris en charge dans le cadre des différents programmes d'électrification rurale (ASER, ERIL, Programmes d'urgence, autres projets), est considéré constant.

<sup>53</sup> Les enquêtes de suivi de la pauvreté au Sénégal (2007 et 2011) donnent quelques indications sur l'utilisation des revenus des ménages. Néanmoins, elles n'adressent pas spécifiquement les gros équipements des ménages d'une part, et ne couvrent pas une série temporelle assez large d'autre part.

**H11 :** Sur la base de l'historique de la répartition des ménages électrifiés par la SENELEC et par l'ASER, depuis 2000, les ménages ruraux non pris en charge par la SENELEC sont estimés à 25% des ménages ruraux électrifiés (cf. § IV.1, figure 15).

**H12 :** Sur la base des objectifs fixés par l'Etat en matière d'électrification rurale (50% en 2017, 60% en 2018), il est considéré, d'après les objectifs du Plan Sénégal Emergent, que l'accès universel sera atteint au Sénégal avec un taux d'électrification rurale de 95% en 2030.

**H13 :** Les consommations unitaires d'énergie électrique des différentes catégories de clients sont supposées constantes entre 2013 et 2030. En effet, si on observe l'évolution historique de la consommation unitaire entre 2005 et 2013 on note qu'elle varie très peu pour les différentes catégories (Ménages 1,3 MWh/an avec un écart-type de 4,7%, Professionnels BT 2,4 MWh/an avec écart-type de 4,4%, Professionnels MT 434 MWh avec un écart moyen de 6,7%, Professionnels HT 41 GWh avec un écart d'environ 11%). Par ailleurs, l'augmentation des équipements devrait s'accompagner d'une amélioration de leur efficacité énergétique aboutissant ainsi à une consommation globalement constante. Cette hypothèse est renforcée par les analyses présentées à la section V.1, tableau 5.

### ***Hydrocarbures et Combustibles***

**H14 :** La modélisation pour les hydrocarbures et les combustibles repose sur les modèles de régression. Cependant, les séries de données disponibles ne couvrant pas la taille requise (en particulier pour les consommations finales en hydrocarbures, en combustibles et en GPL), l'approche du traitement des données manquantes (en l'occurrence l'imputation par tirage conditionnel) a été utilisée pour compléter lesdites séries.

## ***1.2. Principes méthodologiques généraux***

La démarche idéale pour projeter la demande d'énergie doit s'appuyer sur un modèle analytique ou sur une analyse corrélative reposant sur des modèles de régression. Cette démarche idéale consiste en 5 principales étapes :

- Collecter l'historique des consommations énergétiques au niveau le plus désagrégué possibles (idéalement par groupe d'usages types).
- Collecter l'historique des principaux déterminants tels que le taux d'urbanisation, le taux d'électrification, les revenus des ménages, le budget équipements, les degrés-jours, la population, le nombre et la typologie des logements, le nombre et la typologies des différents véhicules de transport, le nombre d'équipements de cuisson,...
- Déterminer, à travers un modèle analytique (identification paramétrique) ou une corrélation (simple ou multiple), la relation entre les consommations d'énergie et les déterminants.
- Projeter l'évolution des déterminants pertinents (tendance ou projections officielles).
- Dédire la projection des consommations énergétiques.

Une telle analyse n'a pu se faire dans le cadre de cette étude faute de données (insuffisantes voire, le plus souvent, inexistantes). Par conséquent, il a été décidé de recourir à d'autres méthodes selon les informations disponibles dans les différents sous-secteurs.

## Electricité

Le modèle développé pour le sous-secteur de l'électricité est fondé sur 3 principes directeurs :

- La décomposition des consommations suivant des catégories d'utilisateurs et d'utilisages types.
- La définition de l'énergie, qui est une intégrale d'une puissance pendant un temps donné.
- La modulation des courbes de charge élémentaires qui permet de tenir compte de la variation de l'appel de charge au cours du temps.

Ainsi, pour modéliser l'évolution de la demande d'électricité dans le temps nous avons eu besoin de :

- segmenter les utilisateurs et les utilisages de l'électricité,
- déterminer la population et la consommation de chaque catégorie d'utilisateurs,
- connaître les taux d'équipement de chaque famille d'utilisateur pour chaque usage considéré,
- connaître les caractéristiques moyennes (puissance moyenne appelée et temps de fonctionnement moyen annuel) de chaque utilisateur type et pour chaque usage considéré,
- attribuer aux différents utilisages des profils de variation pour chaque catégorie d'utilisateurs.

En dehors des données fournies par la SENELEC, nombre de clients pour les différentes catégories tarifaires et consommations associées, aucune autre information relative aux équipements (taux, puissance et temps de fonctionnement) n'est suivie dans le sous-secteur. Par conséquent, nous nous sommes appuyés sur les résultats de l'étude Demand Side Management de la SENELEC, réalisée en 2007, pour disposer d'une base de départ sur les caractéristiques des équipements. Ces données ont été analysées et ajustées en détails, pour chaque usage et utilisateur type, sur la base de notre expérience acquise dans le cadre des audits énergétiques et des observations faites sur les caractéristiques des équipements. Ces informations devraient être issues ou, a minima, confrontées à des enquêtes récentes auprès des différentes catégories d'utilisateurs de l'électricité. Il est à noter cependant que le modèle qui a été conçu est facile à mettre à jour lorsque de telles enquêtes seront réalisées.

Le traitement des fichiers clients fournis par la SENELEC pour l'année 2013 est présenté dans la section §VI.2.1.

La base de profils des différents types de charge est également issue de l'étude DSM ; certains profils types ont cependant été modifiés sur la base de notre expertise et de notre connaissance des usages au Sénégal. Les modifications ont principalement porté sur les profils types destinés aux profils des utilisages suivants : force motrice, ventilation, eau chaude sanitaire, éclairage, éclairage public, froid et climatisation.

La démarche de modélisation détaillée est donnée en annexe 4.

Dans la suite du document nous ferons référence au modèle développé dans le cadre de cette étude comme étant le modèle i-NES. Ce modèle intègre l'électrification rurale, l'énergie non distribuée et offre la possibilité d'une mise à jour facile pourvu que des données d'enquêtes ou des statistiques valides soient disponibles.



## Projections de la demande d'énergie

L'intégration de l'électrification rurale dans le modèle i-NES a été effectuée à partir des résultats tirés des études de l'ASER notamment du Plan Local d'Electrification (PLE) de Matam-Ranéro-Bakel. La clientèle rurale est habituellement divisée en 4 niveaux de services, S1 à S4, définis par rapport à la puissance moyenne installée. Il a été fait l'hypothèse que la structure de la clientèle (tableau 8) observée dans cette concession est représentative à l'échelle du pays. De même, les consommations moyennes pour chaque segment (tableau 9) ont été calculées sur la base d'un temps de fonctionnement moyen journalier de 12h. Ainsi, il est possible de déterminer la consommation de chaque segment de clients ruraux, connaissant la structure de la clientèle, le nombre de ménages ruraux électrifiés et non pris en charge par la SENELEC, et la consommation de chaque catégorie de clients. Le taux d'équipements (tableau 9) des ménages ruraux a été également déduit de la typologie d'équipements, fourni dans les PLE, de chaque catégorie de clients.

**Tableau 8 : Structure et Caractéristiques énergétiques de la clientèle rurale selon les différents niveaux de service**

Segments	S1	S2	S3	S4
Proportion	14%	44%	20%	23%
Puissance Installation (W)	70	90	170	375
Energie Moyenne Annuelle (kWh)	306,60	394,20	744,60	1642,50

**Tableau 9 : Structure et taux d'équipements suivant les niveaux de services de la clientèle rurale**

Usages	Structure Equipements				Taux Equipements			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Eclairage	4	6	9	18	400	600	900	1800
Radio Cassette	1	1	1	1	100	100	100	100
TV Noir et Blanc		1	1		0	100	100	0
TV Couleur				1	0	0	0	100
Réfrigérateur				1	0	0	0	100
Ventilateur				1	0	0	0	100

L'intégration de l'énergie non distribuée, qu'on peut considérer comme une demande d'énergie satisfaite par des moyens alternatifs (e.g. groupes électrogènes, générateurs photovoltaïques,...), a été faite de manière conservatrice sur la base de son historique sur les dernières années (cf. figure 13). En effet, entre 2009 et 2013 le pourcentage d'END par rapport aux ventes totales d'énergie, allait de 1,12% à 9,66%. En 2013, ce pourcentage était de 1,38%. Il a été décidé d'intégrer linéairement un taux d'END de 1,5% de 2014 à 2030.

## Hydrocarbures et Combustibles



## Projections de la demande d'énergie

La modélisation de l'évolution des consommations finales de combustibles et d'hydrocarbures a été réalisée par des modèles de régression à l'aide du logiciel d'analyses statistiques R. Il s'est agi d'étudier la corrélation qu'il y a entre les consommations finales dans ces deux sous-secteurs et un certain nombre de déterminants conjointement choisis avec l'AEME, à savoir la population totale, le nombre de ménages, le PIB, la consommation finale de GPL, la valeur ajoutée des Transports et celle du secteur primaire. La période de collecte définie pour chaque série est de 30 ans au minimum. Toutes les données disponibles ont été collectées au niveau des acteurs sectoriels (ANSD, SIE, CNH, AEME,...) ; cependant, certaines informations n'étaient pas disponibles. Il a donc été nécessaire de faire appel à des techniques d'analyses complémentaires pour estimer les informations manquantes. Le tableau de données d'entrée ainsi utilisée pour la modélisation est présenté en annexe 5.

## 2. Modélisation de l'évolution du sous-secteur de l'électricité

### 2.1. Introduction des paramètres du modèle

Comme indiqué dans l'annexe 4, le travail de modélisation commence par la décomposition de la clientèle de la SENELEC en 2013 sur la base des structures de la demande et de la clientèle disponible en 2007 (cf. §VI,1,1.1). Pour ce faire, nous avons segmenté les usagers en 20 groupes et 43 sous-groupes suivant la nature de leurs activités. Afin de pouvoir exploiter les données caractéristiques des usagers et de leurs usages fournies dans l'étude DSM, une des principales sources de données disponibles pour ce sous-secteur, nous avons conservé la même segmentation. Cependant, conformément à la demande des experts sectoriels formulée lors du premier comité élargi, les segments ont été renommés et distribués suivant le découpage des branches d'activités et secteurs économiques de l'ANSD. Cela s'est traduit par un enrichissement de la segmentation utilisée dans l'étude DSM qui a conduit à la définition de 39 segments d'usagers auxquels ont été ajoutés 4 segments de services permettant d'intégrer l'électrification rurale. Les tableaux 10 et 11 présentent la segmentation des usagers et des usages qui a été retenue.

**Tableau 10 : Segmentation des utilisations de l'énergie en usages types codifiés**

Usages Types	Code Usage
Electronique de Loisirs (TV, HIFI, Téléphone)	EEL
Equipements de bureau (PC, Photocopieuses, Imprimantes, Vidéoprojecteurs, Serveurs,...)	EEB
Electroménager (Machine à Laver, Cuisinière, Micro-ondes, Machines à Café, Bouilloire, Sèche-linge, Fer à repasser...)	EEM
Eau Chaude Sanitaire	ECS
Froid	FRD
Climatisation (Centralisée et individuelle)	CLIM
Procédés industriels (électrolyse, production chaleur, production d'électricité et/ou de chaleur...)	PROC
Eclairage	ECL
Force motrice (Entraînement Mécanique, Ascenseurs, Escalators,...)	FM
Ventilation (Distribution et brassage d'air)	VENT
Autres Usages (Activités non définies)	AUTRES

## Projections de la demande d'énergie

Tableau 11 : Segmentation des usagers en fonction du découpage des branches économiques de l'ANSD

Secteur Résidentiel	Secteur Primaire	Secteur Secondaire	Secteur Tertiaire	Rural
Domestique 1	Agriculture,	Huileries	Commerce	Service 1
Domestique 2	Pêche,	Produits	Transports, postes et	Service 2
Domestique 3	Sylviculture,	chimiques	télécommunications	Service 3
Domestique 4	Chasse et	Energie	<i>Services sociaux</i>	Service 4
	Elevage	Construction	Enseignement	
	Industries	Autres industries	Santé	
	extractives		Eclairage public	
			Sports, Loisirs et	
			Culture	
			<i>Autres services</i>	
			Hôtels	
			Restaurants	
			Administration	
			Publique	
			Administration Privée	

L'application de cette méthode conduit aux résultats suivant pour l'année 2013 (tableau 12).

## Projections de la demande d'énergie

Tableau 12 : Clés de répartition de la demande et de la clientèle en 2013<sup>54</sup>

Usagers Types	Typologie	Population	Consommation Unitaire (kWh)	Consommation Totale (kWh)	Structure Clients MT	Structure Demande MT	Structure Clients BT	Structure Demande BT
Domestiques	Type 1	517 555	520	269 229 129			65,61%	28,90%
Domestiques	Type 2	177 632	1 613	286 553 763			22,52%	30,76%
Domestiques	Type 3	64 667	2 741	177 249 165			8,20%	19,02%
Domestiques	Type 4	29 033	6 842	198 648 568			3,68%	21,32%
Agriculture, Pêche, S	Type 1	360	918	330 202	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%
Industries extractives	Type 1	6	6 219	37 299	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Huileries	Type 1	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Produits Chimiques	Type 1	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Energie	Type 1	355	4 702	1 667 725	0,0%	0,0%	0,2%	0,5%
Construction	Type 1	13	10 885	146 883	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Autres Industries	Type 1	17 504	433	7 580 458	0,0%	0,0%	8,9%	2,1%
Commerce	Type 1	55 484	215	11 910 081	0,0%	0,0%	28,1%	3,3%
Transports, poste et	Type 1	644	7 103	4 574 881	0,0%	0,0%	0,3%	1,3%
Enseignement	Type 1	1 902	323	614 060	0,0%	0,0%	1,0%	0,2%
Santé	Type 1	1 719	1 577	2 711 427	0,0%	0,0%	0,9%	0,8%
Eclairage public	Type 1	1 003	42 725	42 852 989	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Sports, Loisirs et Cult	Type 1	2 708	188	510 370	0,0%	0,0%	1,4%	0,1%
Hôtels	Type 1	4	14 068	63 279	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Restaurants	Type 1	3 004	718	2 155 846	0,0%	0,0%	1,5%	0,6%
Administration Privée	Type 1	8 417	1 315	11 066 627	0,0%	0,0%	4,3%	3,1%
Administration Publiq	Type 1	2 344	1 459	3 419 751	0,0%	0,0%	1,2%	1,0%
Agriculture, Pêche, S	Type 2	222	297 873	66 264 086	11,6%	10,3%	0,0%	0,0%
Industries extractives	Type 2	12	387 163	4 760 242	0,8%	0,7%	0,0%	0,0%
Huileries	Type 2	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Produits Chimiques	Type 2	0	0	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Energie	Type 2	209	497 143	104 030 553	7,7%	16,2%	0,0%	0,0%
Construction	Type 2	23	103 345	2 359 779	1,5%	0,4%	0,0%	0,0%
Autres Industries	Type 2	13 231	14 782	195 584 802	18,9%	26,2%	6,6%	7,8%
Commerce	Type 2	76 098	2 042	155 356 830	7,9%	10,4%	38,5%	24,7%
Transports, poste et	Type 2	700	110 305	77 192 164	10,7%	9,9%	0,3%	3,8%
Enseignement	Type 2	1 745	12 651	22 076 942	2,6%	1,5%	0,9%	3,5%
Santé	Type 2	1 081	30 015	32 440 997	3,2%	3,5%	0,5%	2,8%
Eclairage public	Type 2	0	#DIV/0!	0	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Sports, Loisirs et Cult	Type 2	2 336	6 368	14 875 761	1,3%	1,0%	1,2%	2,4%
Hôtels	Type 2	149	564 136	84 269 865	0,1%	0,0%	0,1%	23,4%
Restaurants	Type 2	2 092	17 768	37 162 524	2,3%	1,1%	1,0%	8,4%
Administration Privée	Type 2	4 944	23 300	115 196 714	18,9%	12,3%	2,4%	10,1%
Administration Publiq	Type 2	1 656	25 013	41 424 772	12,7%	6,5%	0,7%	0,0%
Industrie HT	Grosse industrie	4	80 103 332	320 413 328	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Rural S1	Type 5	7 655	307	2 347 059			14%	10%
Rural S2	Type 5	24 642	394	9 713 739			44%	13%
Rural S3	Type 5	10 896	745	8 113 138			20%	24%
Rural S4	Type 5	12 684	1 643	20 833 511			23%	53%

<sup>54</sup> Dans les tableaux 12, 13 et 14, il est indiqué, par souci de cohérence avec la nomenclature de l'ANSD, les catégories Huileries et Produits Chimiques. Néanmoins, dans le cadre de la présente étude ces catégories sont traitées dans le groupe « Autres industries » dont les caractéristiques sont disponibles.

## Projections de la demande d'énergie

Au terme de cette répartition il faut saisir les paramètres des calculs énergétiques que sont les taux d'équipements, les puissances moyennes et les temps moyens annuels de marche des équipements. Ces informations sont données respectivement dans les tableaux 13, 14 et 15.

Tableau 13 : Taux d'équipements des usagers en 2013 selon les différents usages (Taux en %)

		Matrice des Taux d'Equipement (Neq, Usage j/Pop, Usager i)										
Usagers Types		CLIM	EEM	FRD	PROC	EEB	EEL	ECL	FM	Autres	VENT	ECS
Domestiques	Type 1	0	113	48	0	12	139	594	0	0	108	0
Domestiques	Type 2	7	167	82	0	27	167	739	0	0	150	0
Domestiques	Type 3	10	157	95	0	30	190	873	0	0	193	3
Domestiques	Type 4	131	241	147	0	103	266	1 297	0	0	213	9
Agriculture, Pêche, Syl	Type 1	0	0	33	0	5	10	200	50	0	15	10
Industries extractives	Type 1	2	0	0	0	300	20	10 000	150	0	20	10
Huileries	Type 1											
Produits Chimiques	Type 1											
Energie	Type 1	3	0	5	0	6	20	320	100	0	100	8
Construction	Type 1	5	0	0	0	225	50	500	78	0	100	10
Autres Industries	Type 1	2	2	5	0	5	20	125	10	0	50	0
Commerce	Type 1	10	10	10	0	5	20	100	0	0	57	0
Transports, poste et co	Type 1	30	15	8	0	150	70	700	40	0	200	10
Enseignement	Type 1	10	3	5	0	10	10	100	0	0	10	5
Santé	Type 1	20	20	30	0	20	40	200	0	0	100	0
Eclairage public	Type 1	0	0	0	0	0	0	13 000	0	0	0	0
Sports, Loisirs et Cultu	Type 1	10	10	30	0	60	30	420	0	0	10	5
Hôtels	Type 1	80	60	50	0	100	150	2 500	100	0	50	45
Restaurants	Type 1	10	10	20	0	5	20	100	0	0	80	0
Administration Privée	Type 1	50	0	10	0	72	10	200	0	0	50	10
Administration Publiqu	Type 1	15	6	3	0	49	25	150	0	0	50	5
Agriculture, Pêche, Syl	Type 2	5	0	461	0	200	20	1 000	10	0	50	10
Industries extractives	Type 2	2	0	0	0	295	20	9 831	123	0	98	10
Huileries	Type 2											
Produits Chimiques	Type 2											
Energie	Type 2	10	0	0	0	300	20	1 000	119	0	100	10
Construction	Type 2	5	0	0	0	300	20	15 000	143	0	100	10
Autres Industries	Type 2	2	0	0	49	296	20	2 071	112	0	99	10
Commerce	Type 2	30	15	29	0	100	80	400	0	0	50	30
Transports, poste et co	Type 2	70	0	20	0	200	200	15 000	70	0	53	10
Enseignement	Type 2	40	0	10	0	400	250	4 750	0	0	30	50
Santé	Type 2	100	35	16	0	300	200	3 500	0	0	100	100
Eclairage public	Type 2	0		0	0	0	0	13 000	0	0	0	0
Sports, Loisirs et Cultu	Type 2	40	0	10	0	100	200	2 250	0	0	40	40
Hôtels	Type 2	150	320	160	0	6 000	20 000	25 000	0	0	160	160
Restaurants	Type 2	109	110	50	0	100	200	2 350	0	0	60	60
Administration Privée	Type 2	100	0	10	0	600	200	5 000	0	0	74	100
Administration Publiqu	Type 2	40	0	5	0	316	100	3 000	0	0	40	75
Industrie HT	Grosse in	100	0	5	500	10 000	200	100 000	500	0	100	100
Rural S1	Type 3	0	0	0	0	0	100	400	0	0	0	0
Rural S2	Type 3	0	0	0	0	0	200	600	0	0	0	0
Rural S3	Type 3	0	0	0	0	0	200	900	0	0	0	0
Rural S4	Type 3	0	0	100	0	0	200	1 800	0	0	100	0

De manière générale, il convient de noter que les données de l'étude DSM sont issus d'enquête sur des ménages et de l'expérience du consultant qui l'a réalisée notamment pour la définition des puissances des équipements. Nous avons donc maintenu les taux d'équipements constants pour établir l'année de référence. Par contre les puissances et les temps d'utilisation ont été largement revues à la lumière de notre expertise et de notre connaissance des usages au Sénégal à travers nos missions d'audit énergétiques ou d'études précédentes que nous avons pu valorisées dans le cadre de cette mission.

## Projections de la demande d'énergie

Tableau 14 : Puissances caractéristiques des différents usages suivant le type d'usager (en W)

Puissances Nominale Caractéristiques (W)											
USAGES TYPES	CLIM	EEM	FRD	PROC	EEB	EEL	ECL	FM	Autres	VENT	ECS
Domestiques Type 1	0	119	150		130	100	43		0	80	0
Domestiques Type 2	540	12	150		130	200	43		0	80	1 500
Domestiques Type 3	591	148	150		130	300	43		0	80	0
Domestiques Type 4	584	235	150		130	400	43		0	80	1 500
Agriculture, Pêche, Sylviculture, Chasse et Elevage Type 1	0	0	750	0	200	50	70	1 200	0	150	1 500
Industries extractives Type 1	25 000	1 500	150	0	200	100	70	1 000	0	2 500	1 500
Huileries Type 1											
Produits Chimiques Type 1											
Energie Type 1	0	1 500	150	0	200	50	80	1 200	0	150	1 500
Construction Type 1	2 000	1 500	1 000	0	200	100	70	1 500	0	200	1 500
Autres Industries Type 1	1 800	1 500	150	0	200	50	80	500	0	150	0
Commerce Type 1	500	900	300	0	200	50	60	0	0	80	0
Transports, poste et communications Type 1	2 000	1 500	150	0	300	100	80	1 000	0	150	1 500
Enseignement Type 1	750	0	150	0	150	50	80	1 000	0	75	750
Santé Type 1	800	1 250	150	0	200	50	60	0	0	100	0
Eclairage public Type 1	0	0	0	0	200	50	150	0	0	0	0
Sports, Loisirs et Culture Type 1	3 000	1 500	150	0	200	50	80	0	0	150	1 500
Hôtels Type 1	2 000	1 583	750	0	200	100	80	0	0	150	1 500
Restaurants Type 1	800	1 254	300	0	200	50	60	0	0	100	0
Administration Privée Type 1	1 500	0	150	0	150	50	70	1 000	0	150	1 500
Administration Publique Type 1	750	750	150	0	150	100	80	0	0	80	1 500
Agriculture, Pêche, Sylviculture, Chasse et Elevage Type 2	25 000	1 500	20 000	0	200	100	80	7 500	0	2 500	1 500
Industries extractives Type 2	25 000	1 500	1 000	0	200	100	80	90 000	0	2 500	1 500
Huileries Type 2		0									
Produits Chimiques Type 2		0									
Energie Type 2	25 000	1 500	1 000	0	200	100	80	72 000	0	2 500	1 500
Construction Type 2	25 000	1 500	1 000	0	200	100	80	10 000	0	2 500	1 500
Autres Industries Type 2	25 000	1 500	1 000	3 000	200	100	80	3 000	0	1 000	1 500
Commerce Type 2	3 700	1 000	1 000	0	200	50	80	0	0	300	1 500
Transports, poste et communications Type 2	1 300	700	150	0	200	100	80	10 000	0	7 000	1 500
Enseignement Type 2	5 780	1 500	150	0	200	100	80	0	0	2 500	1 500
Santé Type 2	5 000	1 500	1 000	0	200	100	80	0	0	1 500	4 000
Eclairage public Type 2	0	0	0	0	200	50	150	0	0	0	0
Sports, Loisirs et Culture Type 2	1 000	0	500	0	200	100	80	0	0	1 500	1 500
Hôtels Type 2	20 000	7 500	20 000	0	200	100	80	0	0	10 000	5 000
Restaurants Type 2	2 500	1 500	1 000	0	200	100	80	0	0	1 000	1 500
Administration Privée Type 2	7 000	1 200	300	0	400	100	70	3 000	0	2 000	1 500
Administration Publique Type 2	7 000	1 200	300	0	400	100	70	3 000	0	2 000	1 500
Industrie HT Grosse industrie	25 000	10 000	1 000	900 000	200	100	80	1 000 000	0	2 500	10 000
Rural S1 Type 5	0	0	0	0	0	14	14	0	0	0	0
Rural S2 Type 5	0	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0
Rural S3 Type 5	0	0	0	0	0	15	15	0	0	0	0
Rural S4 Type 5	0	0	17	0	0	17	17	0	0	17	0

## Projections de la demande d'énergie

Tableau 15 : Temps moyens annuels d'utilisation selon les différents usages et usages types (en heures/an)

USAGES TYPES		Nombre d'heures moyen d'utilisation par an (h)										
		CLIM	EEM	FRD	PROC	EEB	EEL	ECL	FM	Autres	VENT	ECS
Domestiques	Type 1	0	694	2 965	0	263	564	226	0	0	834	0
Domestiques	Type 2	521	247	3 539	0	449	2 065	741	0	0	1 796	0
Domestiques	Type 3	920	838	3 817	0	968	2 324	1 099	0	0	1 235	672
Domestiques	Type 4	2 140	1 482	7 500	0	856	1 712	428	0	0	2 569	719
Agriculture, Pêche, Sylviculture, Chasse et Elevage	Type 1	0	0	1 048	0	0	0	155	1 022	0	1 030	0
Industries extractives	Type 1	0	0	0	0	305	98	648	750	0	750	0
Huileries	Type 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits Chimiques	Type 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energie	Type 1	3 158	0	1 081	0	2 070	434	1 570	3 158	0	3 158	0
Construction	Type 1	4 741	0	0	0	3 959	1 920	4 151	5 190	0	5 039	0
Autres Industries	Type 1	873	0	1 679	0	1 440	430	1 679	1 679	0	1 579	259
Commerce	Type 1	399	461	935	0	614	461	1 379	0	0	696	0
Transports, poste et communications	Type 1	2 760	733	3 492	0	3 260	2 638	2 546	3 175	0	2 975	0
Enseignement	Type 1	1 621	1 847	1 300	0	1 618	1 234	1 732	1 812	0	1 846	244
Santé	Type 1	3 242	805	3 169	0	3 369	1 232	2 084	1 650	0	3 054	698
Eclairage public	Type 1	0	0	0	0	0	0	2 191	0	0	0	0
Sports, Loisirs et Culture	Type 1	127	229	744	0	255	255	127	0	0	42	59
Hôtels	Type 1	2 298	2 351	2 380	0	2 386	2 484	2 348	2 425	0	2 446	2 274
Restaurants	Type 1	1 511	1 513	2 024	0	808	1 906	1 826	0	0	1 826	1 128
Administration Privée	Type 1	1 151	0	1 185	0	1 140	1 029	857	0	0	805	839
Administration Publique	Type 1	3 663	1 603	0	0	3 455	2 671	3 016	0	0	3 089	2 285
Agriculture, Pêche, Sylviculture, Chasse et Elevage	Type 2	3 348	483	3 108	0	2 069	1 379	2 069	2 774	0	1 724	897
Industries extractives	Type 2	906	1 121	368	0	1 246	830	1 246	3 377	0	1 038	540
Huileries	Type 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits Chimiques	Type 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energie	Type 2	6 763	2 283	7 406	0	2 536	1 691	2 536	5 495	0	2 114	1 099
Construction	Type 2	7 404	2 499	8 107	0	2 776	1 851	2 776	3 702	0	2 314	1 203
Autres Industries	Type 2	2 539	1 714	5 561	1 904	1 904	1 270	1 270	1 904	0	952	825
Commerce	Type 2	428	832	3 048	0	428	856	642	1 283	0	428	381
Transports, poste et communications	Type 2	8 714	3 921	7 142	0	4 357	2 905	4 357	4 357	0	4 497	1 888
Enseignement	Type 2	1 443	1 661	8 425	0	1 924	1 443	1 482	1 924	0	1 443	769
Santé	Type 2	2 784	1 879	6 098	0	2 088	1 392	2 088	2 088	0	2 088	905
Eclairage public	Type 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sports, Loisirs et Culture	Type 2	2 632	2 369	7 686	0	1 316	1 755	1 316	2 632	0	2 632	614
Hôtels	Type 2	3 108	4 570	6 215	0	1 462	1 462	2 559	1 192	0	2 925	2 194
Restaurants	Type 2	1 444	2 526	6 323	0	2 165	1 444	2 165	2 165	0	1 444	938
Administration Privée	Type 2	1 680	376	394	0	75	56	2 265	918	0	1 377	918
Administration Publique	Type 2	4 393	1 679	2 900	0	1 866	1 244	3 944	1 866	0	1 244	808
Industrie HT	Grosse industrie	5 388	3 937	898	8 368	4 374	2 916	4 374	8 368	0	6 906	1 895
Rural S1	Type 5	0	0	0	0	0	4 380	4 380	0	0	0	0
Rural S2	Type 5	0	0	0	0	0	4 380	4 380	0	0	0	0
Rural S3	Type 5	0	0	0	0	0	4 380	4 380	0	0	0	0
Rural S4	Type 5	0	0	4 380	0	0	4 380	4 380	0	0	4 380	0

A partir de ces paramètres les consommations énergétiques moyennes de chaque usage (utilisation finale de l'énergie) pour chaque usager type (utilisateur final de l'énergie) sont déterminées. Ces profils sont rectangulaires (moyennes), on leur fait subir une transformation géométrique à l'aide des profils de modulation représentant la variation type de chaque usage et usager donnés (cf. illustration en annexe 4).

## 2.2. Analyse des résultats

### Décomposition de la courbe de Charge 2013

La modélisation de la courbe de charge reconstituée, en suivant la procédure décrite dans la section §VI,1.2, comparée à la courbe de charge réelle du Sénégal (courbe enregistrée par la SENELEC corrigée, de manière linéaire, de la puissance appelée par les ménages ruraux pris en charge par l'ASER ou d'autres projets), révèle une très forte convergence du modèle de reconstitution avec les statistiques nationales (enregistrements SENELEC et ventes électrification rurale). En effet, l'énergie réelle est reproduite à 6% près (2971 GWh contre 3172 GWh). Les écarts observés sont essentiellement liés à la précision des profils types de modulation des consommations et des caractéristiques techniques (puissances nominales et temps d'utilisation) introduits dans le modèle.

Le tableau suivant récapitule l'évolution mensuelle des consommations globales par usage type qui ont permis, par la modulation présentée en annexe 4, d'établir la figure 44. Il convient de noter que le profil journalier (24h) représenté pour chaque mois est la moyenne des profils de tous les jours de ce même mois ; ce qui revient à modéliser le mois à une journée type.

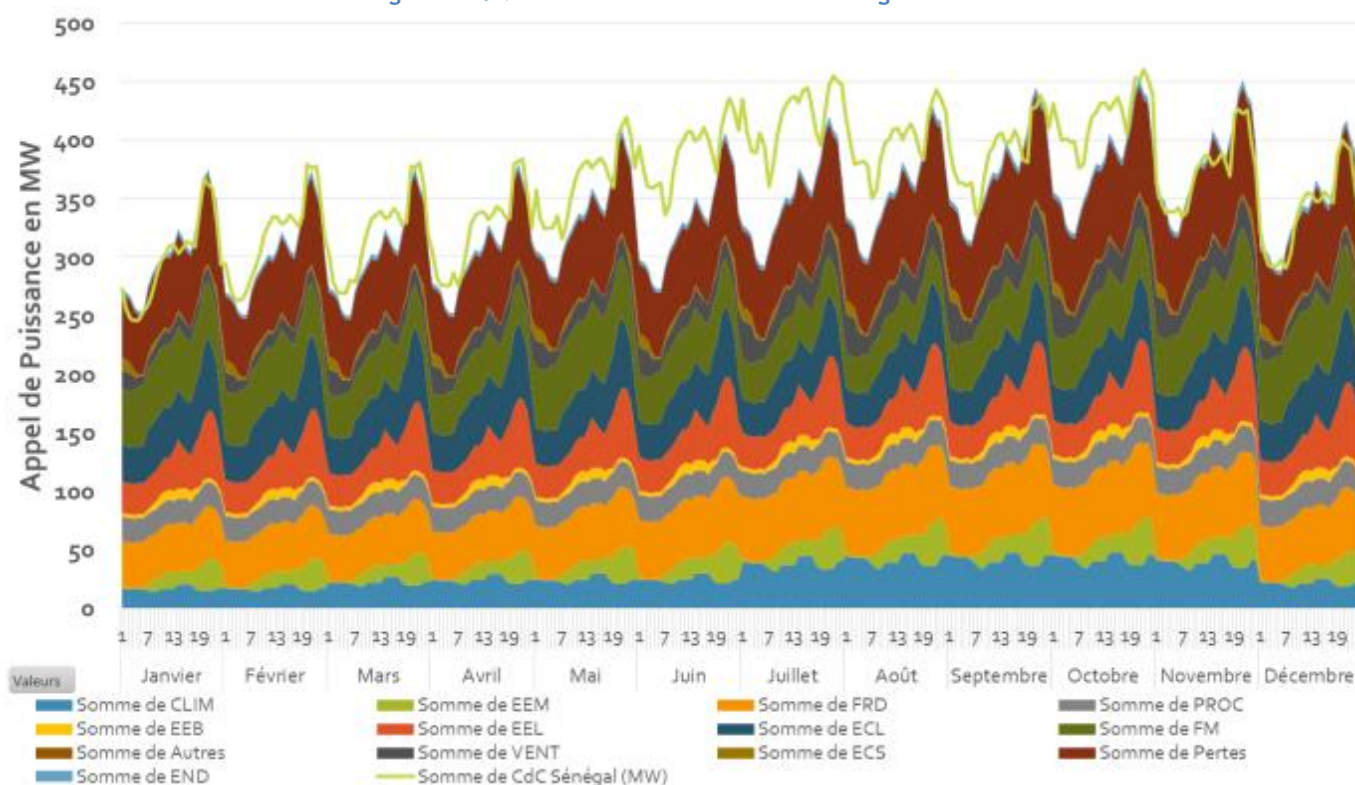
Tableau 16 : Synthèse de l'évolution des consommations d'électricité modélisées en 2013 (en MWh)

Code Usages	CLIM	EEM	FRD	PROC	EEB	EEL	ECL
Janvier	12 069	8 763	29 925	14 912	3 989	25 336	31 408
Février	12 179	8 843	30 197	15 047	4 025	25 566	31 694
Mars	15 975	8 922	30 469	15 183	4 061	25 797	31 979
Avril	17 357	9 002	30 741	15 318	4 098	26 027	32 265
Mai	17 511	9 990	34 106	15 454	4 134	26 257	30 235
Juin	17 664	10 993	37 526	15 589	4 170	26 488	30 500
Juillet	27 444	11 089	41 250	15 725	4 206	26 718	28 381
Août	29 687	12 117	43 638	15 861	4 243	26 948	28 625
Septembre	29 941	12 220	44 011	15 996	4 279	27 179	28 870
Octobre	30 194	12 324	44 384	16 132	4 315	27 409	29 115
Novembre	28 390	11 471	42 673	16 267	4 351	27 639	29 359
Décembre	15 433	9 639	36 201	16 403	4 388	27 870	33 305
Code Usages	FM	Autres	VENT	ECS	Pertes	END	CdC Sénégal
Janvier	36 683	-	8 594	3 010	44 478	3 028	216 837
Février	34 108	-	8 672	3 037	44 127	3 004	231 100
Mars	27 377	-	11 353	3 064	44 330	3 018	233 506
Avril	26 013	-	12 329	3 092	44 858	3 054	235 503
Mai	39 854	-	12 438	3 119	49 224	3 351	265 607
Juin	30 651	-	12 548	3 147	48 224	3 283	283 711
Juillet	25 332	-	18 047	3 174	51 353	3 496	305 185
Août	22 594	-	18 203	3 201	52 319	3 562	291 231
Septembre	29 913	-	18 358	3 229	54 615	3 718	283 843
Octobre	32 391	-	18 514	3 256	55 655	3 789	306 803
Novembre	36 376	-	18 669	3 283	55 763	3 796	272 972
Décembre	40 879	-	9 454	3 311	50 151	3 414	246 729



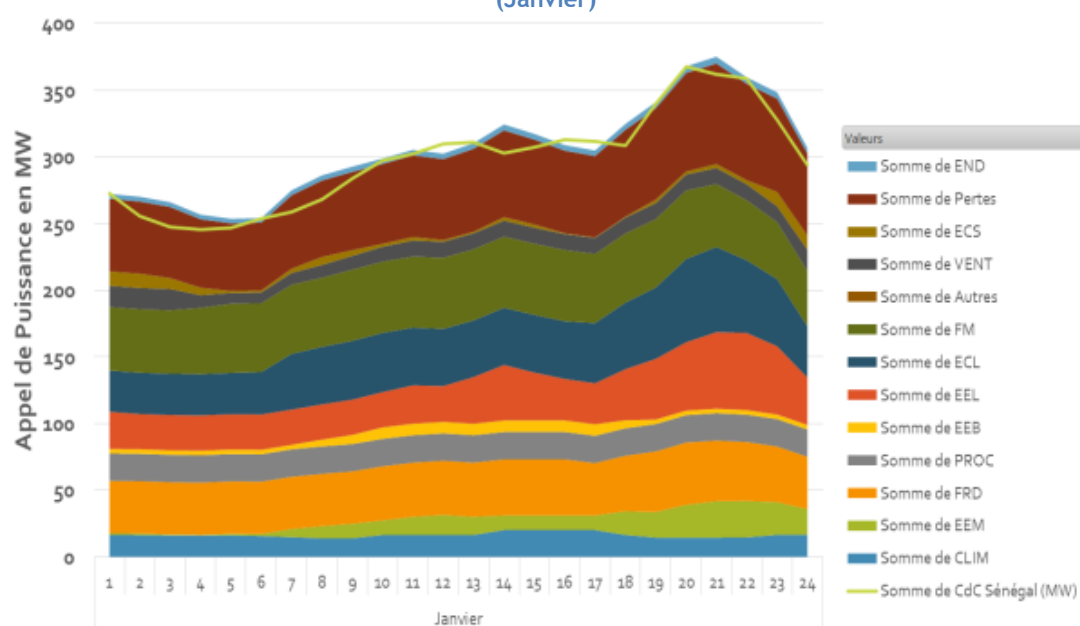
## Projections de la demande d'énergie

Figure 44 : Modélisation de la courbe de charge de 2013



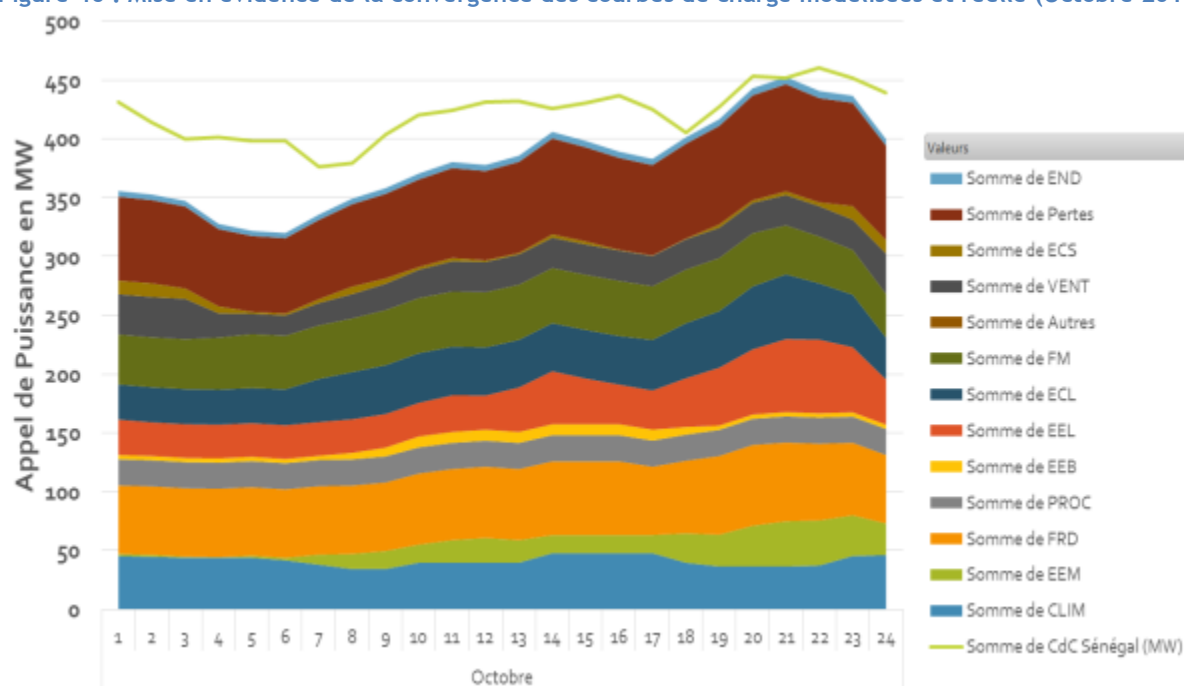
Afin de mieux apprécier cette convergence, nous présentons ci-après (figures 45 et 46) les courbes de charge extrêmes (mois le plus et le moins chargés). On observe ainsi que l'ajustement est plus précis pour le mois de janvier. Cela pourrait s'expliquer par le plus faible usage de certains équipements dont l'utilisation en période de fore demande est plus aléatoire (e.g. cas de la climatisation, de la ventilation en période de chaleur).

Figure 45 : Mise en évidence de la convergence de la modélisation avec la courbe de charge réelle (Janvier)



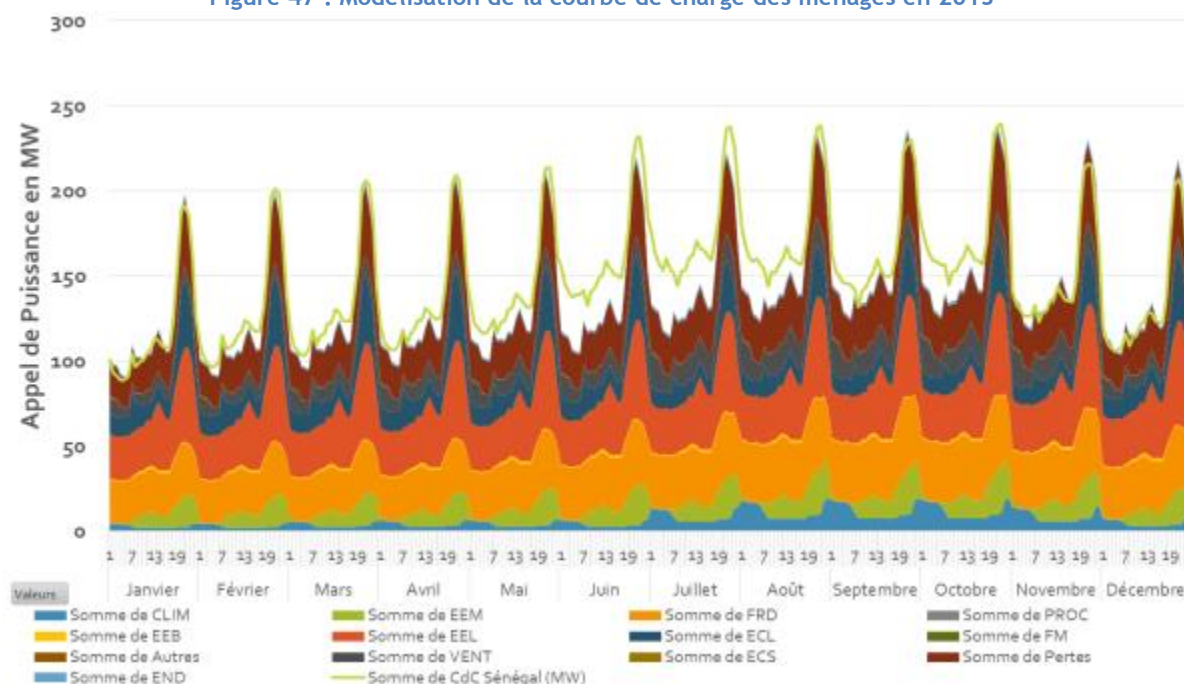
## Projections de la demande d'énergie

Figure 46 : Mise en évidence de la convergence des courbes de charge modélisées et réelle (Octobre 2013)



Par ailleurs, on peut noter la bonne reproduction de la pointe annuelle qui a habituellement lieu au mois d'octobre. En effet, le modèle conduit à une pointe de 452 MW alors que la pointe réelle de SENELEC en 2013 était de 471 MW, à laquelle on peut rajouter 4 à 5 MW pour la demande en milieu rural non assurée par la SENELEC. Si on tient compte de la réserve de production, environ 10%, la convergence est confirmée ( $428 < 452 < 523$  MW).

Figure 47 : Modélisation de la courbe de charge des ménages en 2013



## Projections de la demande d'énergie

Les figures 48 et 49 représentent l'évolution de la courbe de charge pour certaines catégories d'utilisateurs chez lesquels l'AEME pourrait développer ses programmes pilotes : l'administration publique, les ménages et l'éclairage public. Ces trois catégories mobilisent respectivement 10 MW, 240 MW et 14 MW de la puissance installée au Sénégal.

Figure 48 : Modélisation de la courbe de charge de l'administration publique en 2013

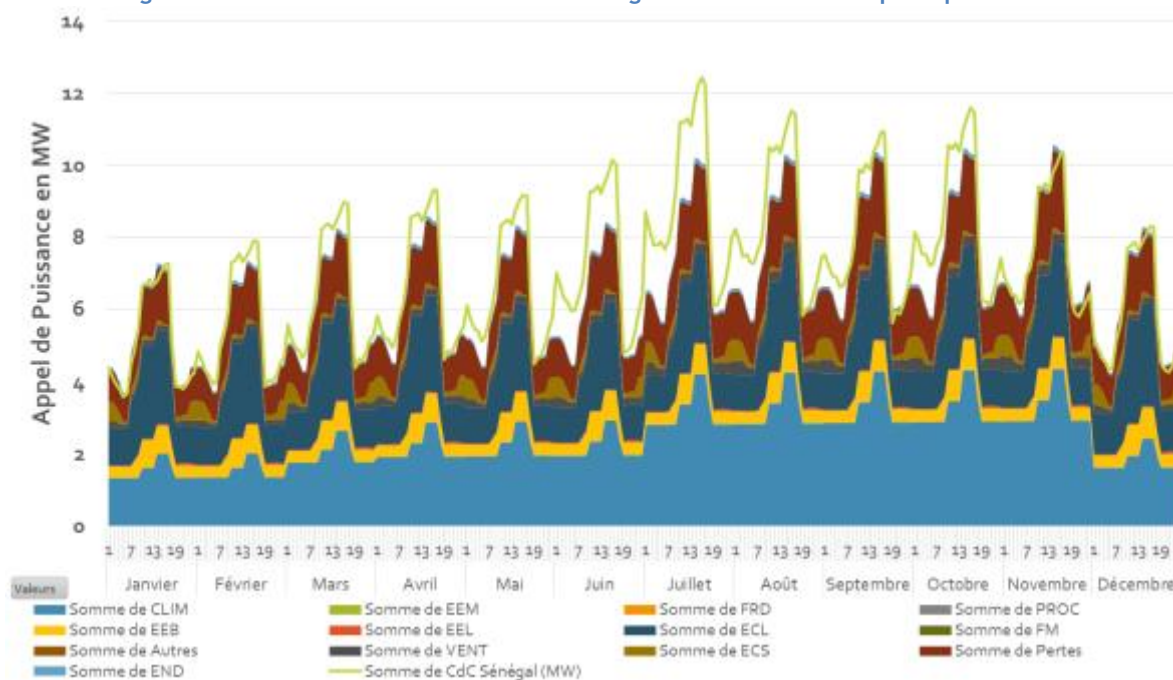
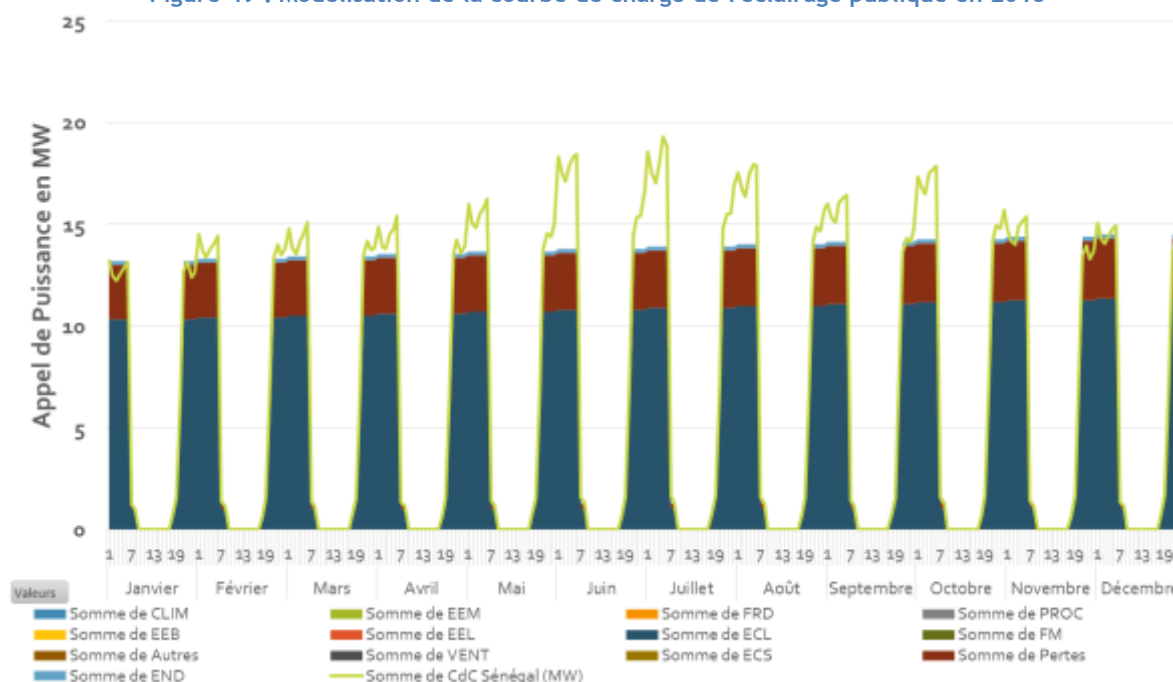


Figure 49 : Modélisation de la courbe de charge de l'éclairage public en 2013



## Projections de la demande d'énergie

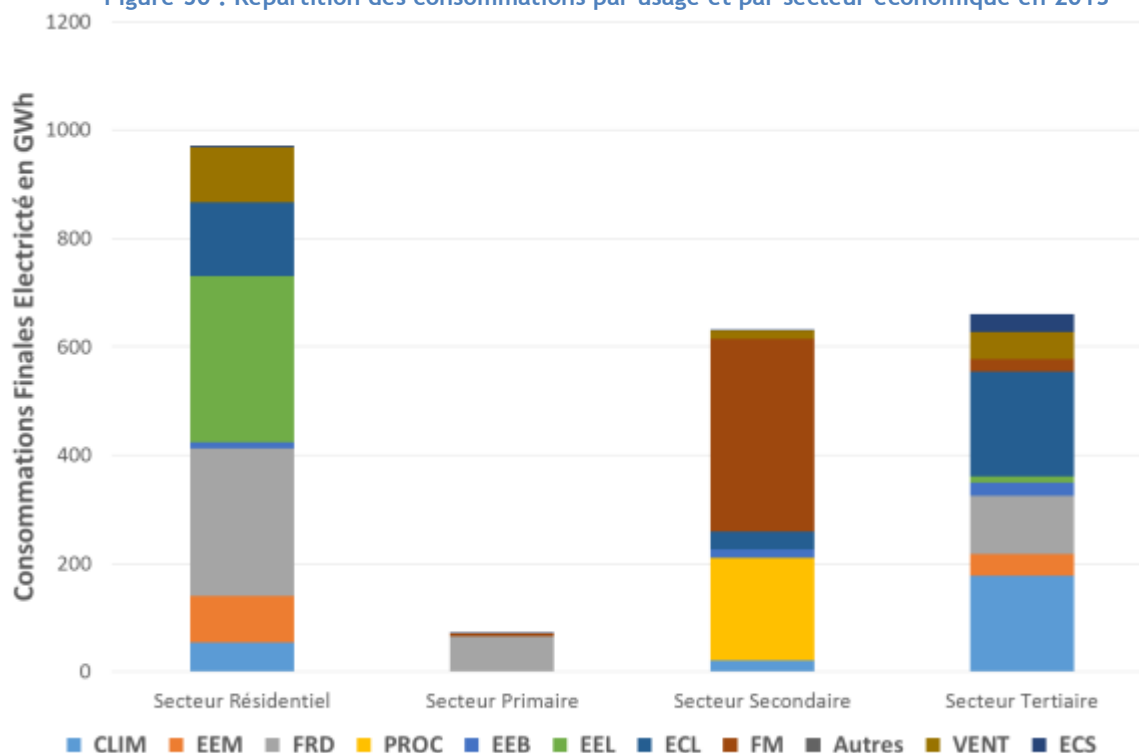
**Analyse des consommations sectorielles**

A partir de la reconstitution de la courbe de charge, il est possible d'intégrer la demande en électricité selon le type d'usage pour les différents secteurs d'activité économique (figure 50). L'analyse de la répartition des consommations en 2013 révèle les enseignements suivants :

- Le secteur Résidentiel représente la plus grande demande avec près de 42% des consommations finales (hors END et Pertes), soit 971 GWh. Les consommations de ce secteur sont essentiellement dominées par le froid, les équipements de loisir, l'éclairage et les équipements électroménagers, ce qui est relativement cohérent avec les équipements des ménages.
- Les secteurs Tertiaire et Secondaire ont sensiblement la même contribution à la demande d'électricité avec 28% (660 GWh) et 27% (631 GWh). Cependant, leurs structures des usages diffèrent considérablement. En effet, en toute logique on retrouve une prédominance de la force motrice et des équipements de procédés industriels dans le secteur secondaire ; alors que le secteur tertiaire est dominé par l'éclairage, le froid et la climatisation.
- Le secteur primaire, essentiellement caractérisé par une agriculture non motorisée et un secteur de la pêche plutôt actif, représente à peine 3% de la demande d'électricité avec 71 GWh, avec une prédominance du froid dans la demande.

Le détail des consommations est donné dans le tableau 66, en annexe 6.

Figure 50 : Répartition des consommations par usage et par secteur économique en 2013

**Analyse de la pointe**

Le retraitement de la courbe de charge triée par valeurs décroissantes permet d'obtenir la monotone de puissance (figure 51) et de déterminer la contribution des différents usages à



## Projections de la demande d'énergie

la pointe que l'on peut considérer comme étant observée dans les 200 à 300h les plus chargées et qui correspondent à la période allant de 19h à 23h des journées les plus chargées. L'analyse de la répartition des contribution pendant ces heures (figure 52) montre que les principaux usages contributeurs à la pointe en 2013 sont dans l'ordre le froid (domestique et industriel) et les équipements électroniques de loisir avec environ 19% pour chacun de ces usages ; ils sont suivis de l'éclairage avec 15% de la pointe, de la force motrice avec 12% (activité industrielle nocturne), et de la climatisation qui représente 10%.

Figure 51 : Monotone de puissance des appels de charge de l'année 2013 réduite aux heures types

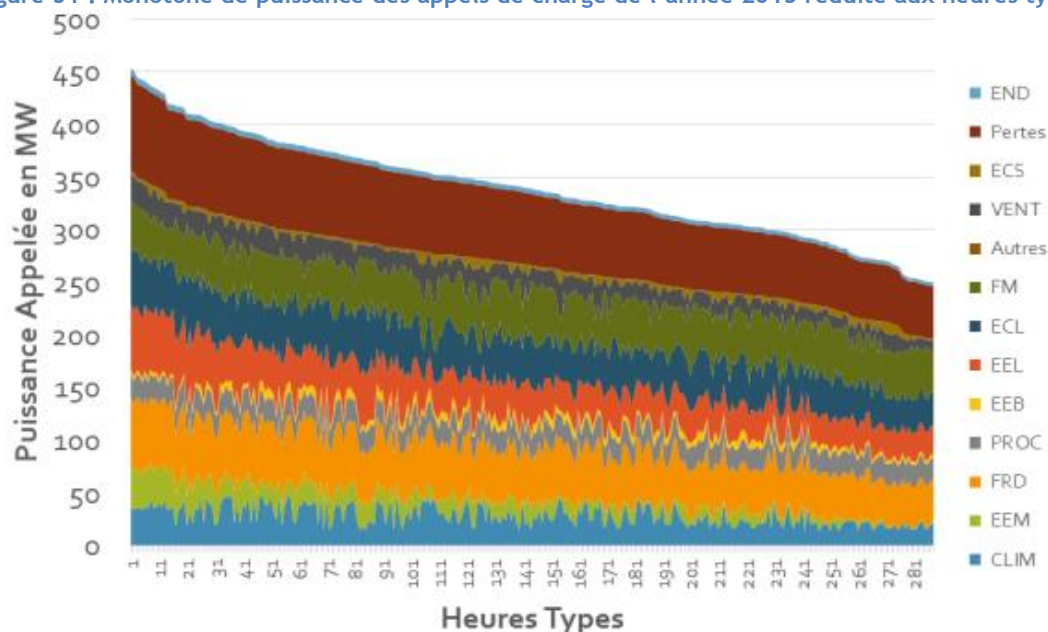
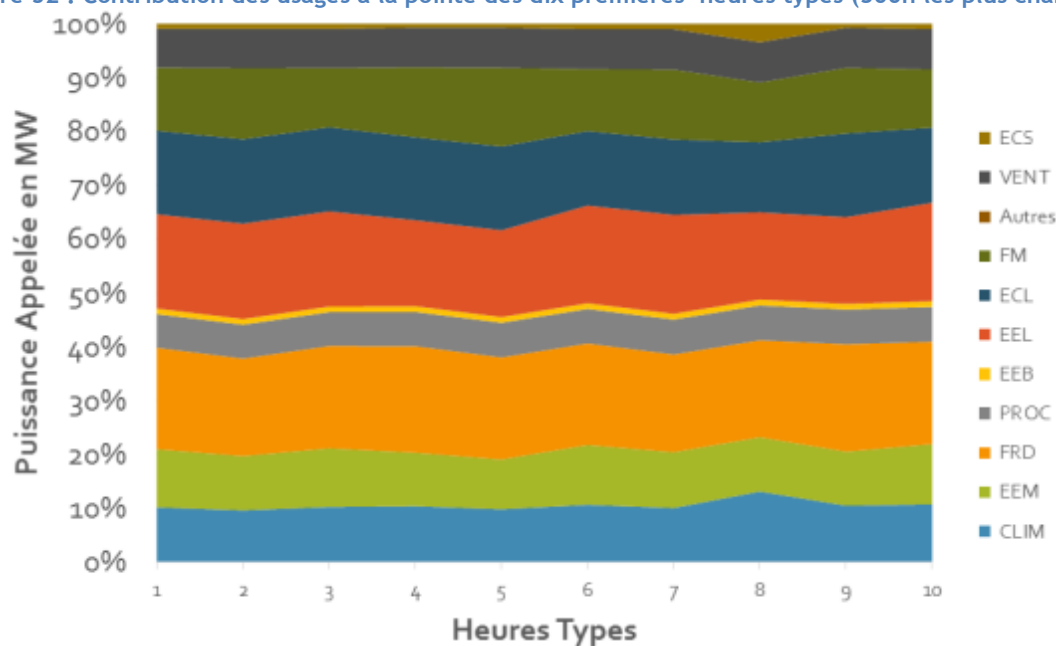


Figure 52 : Contribution des usages à la pointe des dix premières heures types (300h les plus chargées)



## Projections de la demande d'énergie

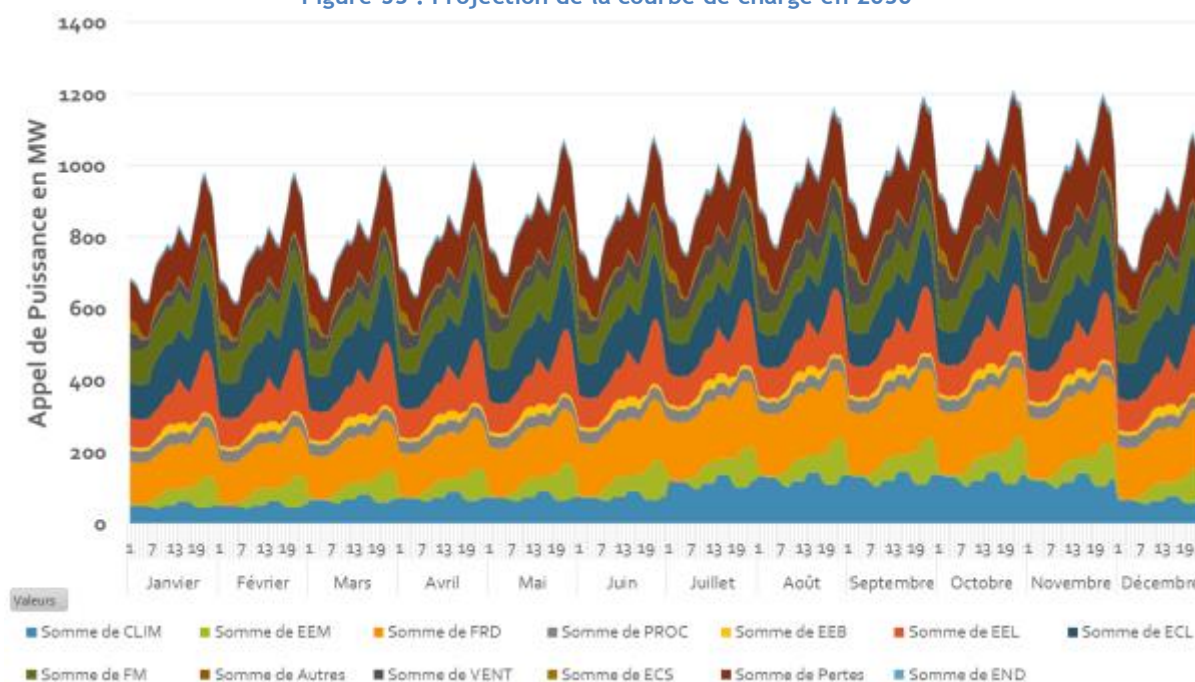
*Analyse des résultats projetés*

Les projections ont été réalisées sur la base de celles des populations de chaque catégorie d'usager et de leurs taux d'équipements pour les différents usages. Il convient de rappeler les hypothèses de constance des caractéristiques moyennes des équipements telle que la puissance moyenne. La répartition de la consommation de chaque année est faite à partir des projections de ventes d'énergie de la SENELEC, issues du modèle PVDE (scénario de base), à ses différentes catégories de clients. Le croisement de la structure de la demande, supposée constante, et des énergies vendues permet de ventiler les consommations des différents usagers. Cette ventilation est à son tour croisée avec les consommations unitaires pour déterminer les populations des différentes catégories.

L'ensemble des données utilisées pour la projection ainsi que la démarche et les résultats obtenus sont présentés dans l'annexe 4.

La figure 53 montre la projection de la courbe de charge en 2030.

Figure 53 : Projection de la courbe de charge en 2030

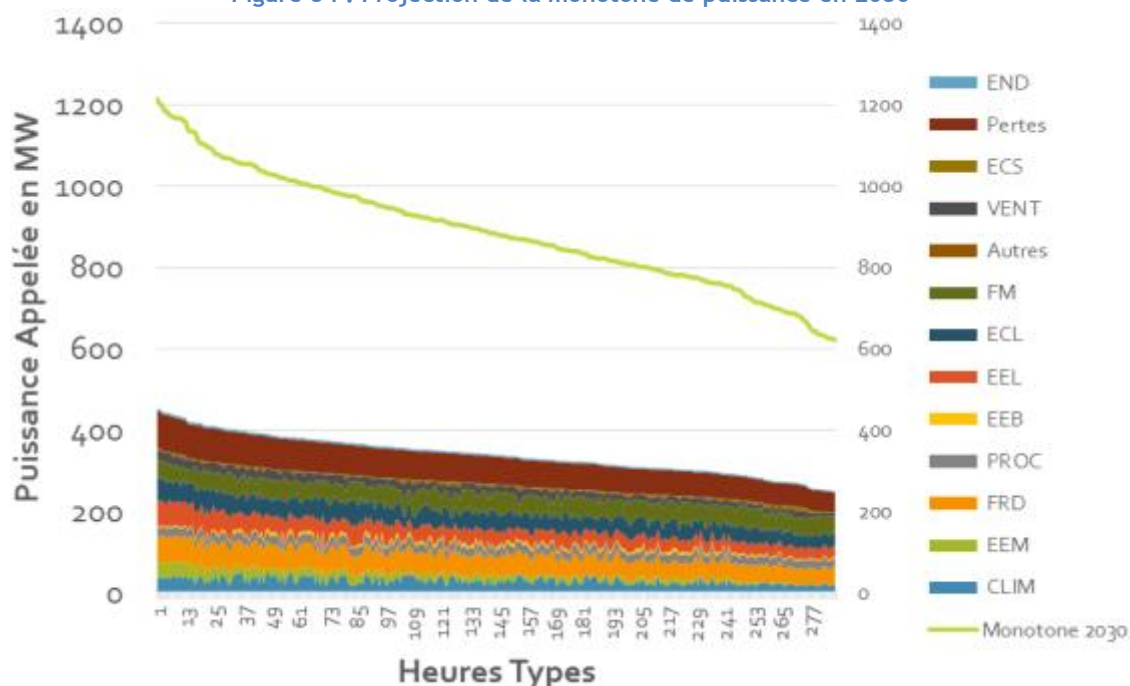


L'analyse de la monotone comparée à celle de 2013 (figure 54) montre que la pointe de la demande va croître d'environ 154% en 2030 (1213 MW). Il convient de noter la convergence de la pointe simulée avec celle prévue par la SENELEC qui est de 1273 MW<sup>55</sup>.

<sup>55</sup> Données fournies par la SENELEC, Projection PVDE 2014.

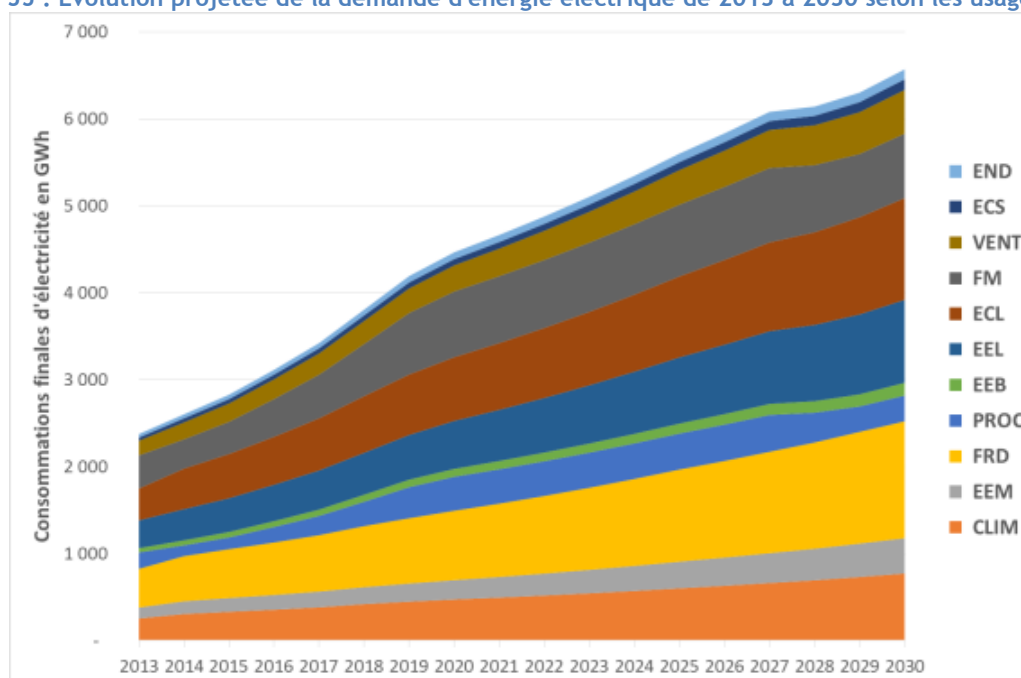
## Projections de la demande d'énergie

Figure 54 : Projection de la monotone de puissance en 2030



La projection de la courbe de charge a été réalisée pas à pas pour chaque année entre 2013 et 2030. Il a donc été possible, sur toute cette période, de déterminer le bilan énergétique annuel des différents usages et de suivre leurs évolutions (figure 55). Il convient là encore de signaler une différence majeure du modèle i-NES avec celui de l'étude DSM, notamment dans la méthode de projection, qui permet un suivi fin.

Figure 55 : Evolution projetée de la demande d'énergie électrique de 2013 à 2030 selon les usages (GWh)





## Projections de la demande d'énergie

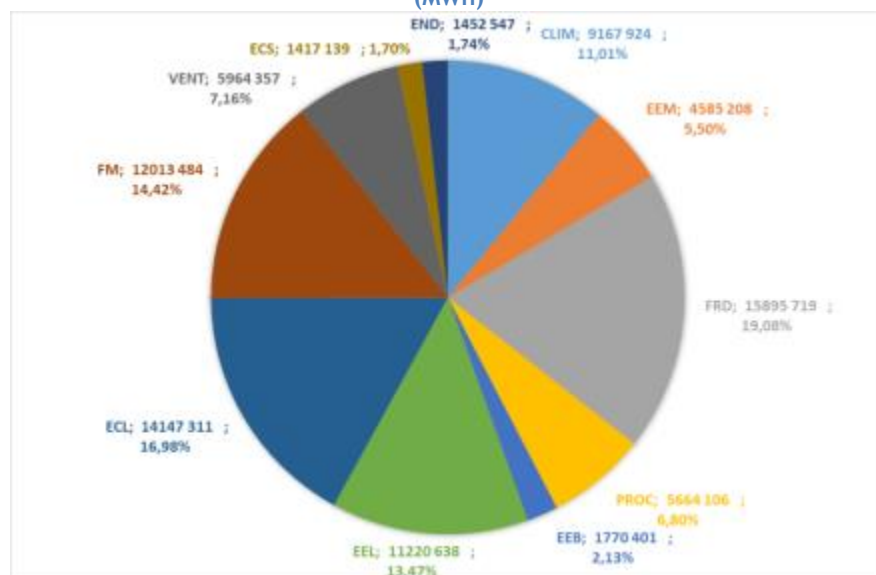
Le tableau 17 résume les données consolidées pour la projection du sous-secteur de l'électricité.

**Tableau 17 : Projection à l'horizon 2030 des consommations réparties par Usages (en MWh)**

Année	CLIM	EEM	FRD	PROC	EEB	EEL	ECL	FM	VENT	ECS	END
2013	254 289	125 297	444 653	187 887	50 750	318 315	365 442	382 171	168 006	37 923	40 512
2014	305 132	147 160	518 169	123 868	59 319	356 845	465 540	336 558	195 406	47 087	46 631
2015	330 859	158 293	560 836	135 103	64 430	386 059	508 447	370 067	211 662	50 885	50 255
2016	354 835	169 708	602 492	177 920	69 179	416 476	550 679	434 749	227 529	54 470	54 897
2017	382 110	181 782	647 772	220 783	74 586	448 333	598 719	503 067	244 825	58 578	59 820
2018	418 798	195 089	702 032	279 386	81 963	480 710	650 729	600 445	265 503	64 134	66 229
2019	448 327	208 085	749 806	356 901	87 864	512 448	694 197	708 094	283 627	68 647	73 023
2020	472 149	222 614	797 147	390 220	92 496	549 801	731 405	756 462	301 422	72 236	77 794
2021	494 293	237 178	842 661	394 727	96 713	586 488	766 387	769 610	318 483	75 638	81 260
2022	518 027	252 839	891 313	399 249	101 225	625 620	803 570	783 021	336 714	79 306	84 948
2023	543 533	269 702	943 382	403 814	106 067	667 370	843 156	796 741	356 219	83 274	88 878
2024	571 015	287 878	999 160	408 451	111 274	711 901	885 364	810 828	377 108	87 580	93 073
2025	600 574	307 240	1 058 192	413 200	116 864	758 492	930 163	825 388	399 212	92 266	97 512
2026	630 194	324 445	1 109 827	418 081	122 440	795 185	973 541	840 378	418 588	97 250	101 533
2027	662 314	342 936	1 164 850	423 145	128 474	833 648	1 019 830	855 957	439 230	102 714	105 817
2028	693 447	362 652	1 220 642	343 020	134 095	873 877	1 064 308	772 480	460 051	108 145	106 765
2029	731 397	384 162	1 283 525	292 241	141 091	916 149	1 116 819	726 932	483 601	114 753	109 489
2030	772 123	405 521	1 342 954	296 111	148 634	950 978	1 168 751	740 537	505 879	122 253	114 113
Année	CLIM	EEM	FRD	PROC	EEB	EEL	ECL	FM	VENT	ECS	END
Total	9 183 415	4 582 578	15 879 412	5 664 106	1 787 464	11 188 696	14 137 046	12 013 484	5 993 067	1 417 139	1 452 549

De même dans la perspective de l'évaluation des gains, il est important d'avoir la répartition des consommations. La figure 56 montre ainsi que les principaux enjeux de la maîtrise de l'énergie dans le sous-secteur de l'électricité seront dans les équipements électriques et électroniques, dans l'éclairage et dans la motorisation. Les équipements électriques et électroniques comprennent les équipements de production de froid, les équipements de loisirs et les équipements de traitement d'air (climatisation et ventilation).

**Figure 56 : Répartition de la demande d'énergie électrique cumulée entre 2013 et 2030 selon les usages (MWh)**



Ces mêmes informations peuvent également être représentées suivant les principaux secteurs économiques tels qu'ils sont définis dans les statistiques nationales (primaire, secondaire et tertiaire) auxquels nous avons rajouté le secteur résidentiel, comme il est d'usage de le faire dans les études de ce type. L'objectif de cette représentation est de

## Projections de la demande d'énergie

mettre en évidence la répartition et l'évolution des demandes sectorielles en énergie (figures 57 et 58). Il apparaît ainsi que 42% de l'énergie électrique qui sera consommée entre 2013 et 2030 le seront dans les ménages, ce qui en fait la première cible prioritaire dans la stratégie de maîtrise de l'énergie. Les secteurs tertiaire et secondaire avec respectivement 30% et 25% de la demande d'énergie projetée à l'horizon 2030, seront également des cibles majeures au sein desquels il conviendra, à partir du calcul des potentiels de gains, d'identifier les principaux axes d'actions stratégiques en termes d'usages. Enfin, le secteur primaire apparaît comme le plus faible contributeur à la consommation d'énergie électrique du Sénégal ; cela s'explique par la faible modernisation de secteur. Néanmoins, certains usagers dans ce secteur (industrie halieutique) seront des cibles intéressantes à accompagner dans la maîtrise de l'énergie.

Figure 57 : Evolution projetée de la demande d'énergie électrique entre 2013 et 2030 selon les secteurs économiques (GWh)

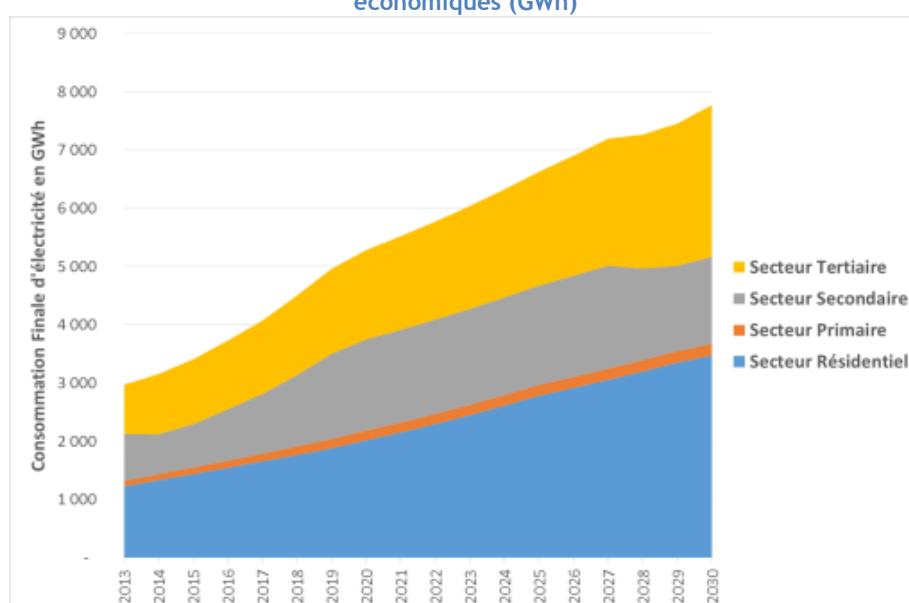
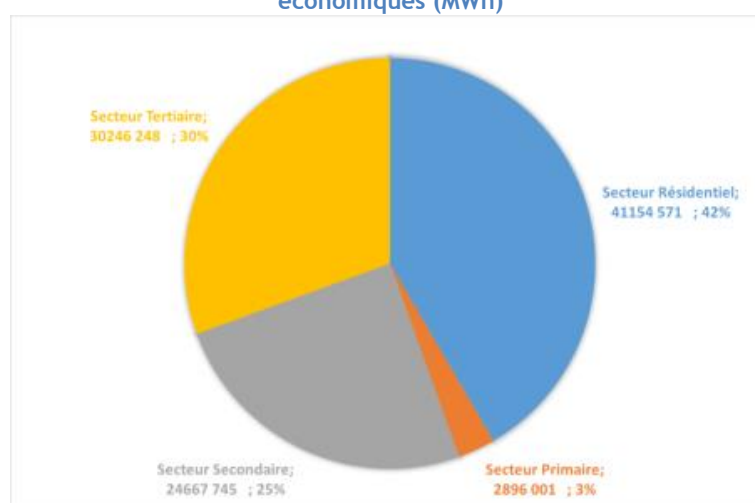


Figure 58 : Répartition de la demande d'énergie électrique cumulée entre 2013 et 2030 selon les secteurs économiques (MWh)



Le tableau 18 résume les consommations finales projetées pour les différents secteurs.

## Projections de la demande d'énergie

Tableau 18 : Projection à l'horizon 2030 des consommations réparties par Usages (en MWh)

Année	Secteur Résidentiel	Secteur Primaire	Secteur Secondaire	Secteur Tertiaire
2013	1 229 139	91 175	806 861	843 166
2014	1 333 902	104 223	683 679	1 036 033
2015	1 437 220	114 734	745 049	1 112 082
2016	1 544 820	123 022	881 821	1 180 480
2017	1 657 035	133 151	1 023 038	1 259 064
2018	1 764 882	149 526	1 222 987	1 366 576
2019	1 880 683	160 684	1 459 686	1 460 466
2020	2 018 020	166 112	1 565 669	1 534 721
2021	2 152 867	169 675	1 592 215	1 605 986
2022	2 296 560	173 277	1 619 347	1 682 821
2023	2 449 687	176 917	1 647 182	1 765 943
2024	2 612 807	180 591	1 675 859	1 856 184
2025	2 783 149	184 317	1 705 611	1 954 615
2026	2 915 923	188 041	1 736 409	2 062 041
2027	3 054 667	191 793	1 768 593	2 179 946
2028	3 199 633	192 894	1 574 373	2 298 694
2029	3 350 989	196 704	1 464 960	2 442 342
2030	3 472 735	199 164	1 494 404	2 605 088
<b>Total</b>	<b>41 154 719</b>	<b>2 896 001</b>	<b>24 667 745</b>	<b>30 246 248</b>

### 3. Modélisation du sous-secteur des hydrocarbures

Dans une approche moins détaillée que celle utilisée pour le sous-secteur de l'électricité, nous avons étudié le sous-secteur des hydrocarbures à travers trois principaux usages : le transport, la cuisson et les autres usages (incluant les procédés industriels, la production d'électricité de secours,...). L'approche utilisée pour la projection de la demande en hydrocarbures repose sur une analyse statistique détaillée qui a permis d'identifier une relation entre la demande en hydrocarbures et un certain nombre de paramètres qui déterminent son évolution (PIB, nombre de ménages, population, parc automobile, valeurs ajoutées des secteurs agricole et du transport, et taux d'urbanisation). L'analyse détaillée qui a consisté à concevoir 5 modèles de régression et à évaluer leur capacité à reproduire l'évolution de la demande en hydrocarbure est présentée en annexe 5, sur la base de leur pouvoir explicatif et de leurs intervalles de confiance. La décomposition des consommations finales jusqu'à l'année 2013, hors hydrocarbures destinés à la SENELEC, a été réalisée sur la base d'une analyse des statistiques du SIE et du CNH. Ainsi, disposant de la prévision de la demande obtenue avec le modèle statistique, nous avons procédé à sa décomposition en les différents usages retenus en suivant la démarche ci-après :

- Dans un premier temps, connaissant l'historique des consommations finales jusqu'à 2012, nous avons déterminé la structure de la demande et son évolution (tableau 19).
- Ensuite, compte tenu du poids actuel des transports (74%, au sein desquels les transports routiers représenteraient 95%) nous avons considéré, par conservatisme, que la répartition observée depuis 2009, qui semble stable, sera maintenue à l'horizon 2030. Une progression tendancielle serait très forte compte tenu de la structure actuelle et du poids déjà très élevé des transports routiers. Or, il n'est pas envisageable d'utiliser deux méthodes de décomposition dans le même sous-secteur.

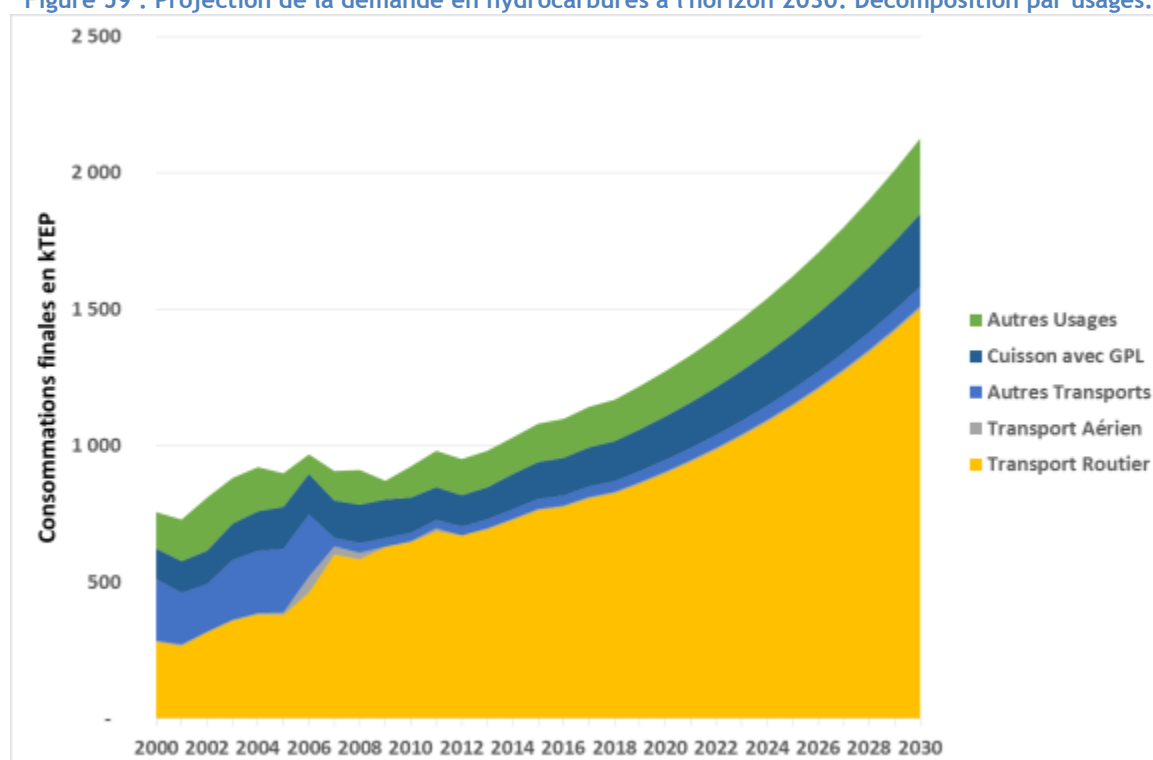
## Projections de la demande d'énergie

L'application de cette méthode a conduit à la décomposition présentée sur la figure 59, dont les données d'entrée sont présentées sur le tableau 19.

**Tableau 19 : Synthèse de l'évolution de la structure de la demande finale en hydrocarbures hors SENELEC.**

Année	Transport	Aérien	Routier	Autres Transports	Autres Usages	Cuisson GPL (kTEP et %)
2000	67,6%	0,9%	55,0%	44,0%	17,7%	14,8%
2001	63,2%	1,2%	57,9%	41,0%	20,9%	15,9%
2002	60,8%	0,5%	64,2%	35,3%	24,0%	15,1%
2003	65,9%	0,7%	61,7%	37,6%	19,0%	15,2%
2004	66,7%	0,9%	62,0%	37,0%	17,6%	15,7%
2005	69,2%	1,5%	61,1%	37,4%	13,7%	17,1%
2006	77,2%	7,9%	61,8%	30,3%	7,4%	15,4%
2007	73,1%	4,7%	90,6%	4,7%	11,9%	15,0%
2008	70,6%	3,8%	90,8%	5,5%	13,9%	15,4%
2009	76,0%	0,3%	95,0%	4,7%	7,8%	16,2%
2010	73,6%	0,6%	95,0%	4,5%	12,4%	14,0%
2011	74,2%	1,5%	94,3%	4,2%	13,6%	12,2%
2012	74,0%	0,1%	95,3%	4,6%	13,9%	12,1%

**Figure 59 : Projection de la demande en hydrocarbures à l'horizon 2030. Décomposition par usages.**



Au regard, de ces statistiques passées (2000 à 2013) et des projections subséquentes (jusqu'à 2030), il est important de constater la faible proportion du transport aérien. Cela est

## Projections de la demande d'énergie

probablement justifié par la très faible activité de ce mode de transport pour les déplacements à l'intérieur du pays.

Tableau 20 : Décomposition de la de la demande finale en hydrocarbures (ktep).

Année	Demande Globale kTEP	Transport	Transport Aérien	Transport Routier	Autres Transports	Autres Usages	Cuisson avec GPL
2 000	757	512	5	282	225	134	112
2 001	730	461	5	267	189	153	116
2 002	810	493	2	316	174	195	123
2 003	882	581	4	359	219	167	134
2 004	922	615	6	382	228	162	145
2 005	899	622	9	380	233	123	154
2 006	969	748	59	462	226	72	149
2 007	907	663	31	601	31	108	136
2 008	911	643	24	584	35	127	141
2 009	872	662	2	629	31	68	141
2 010	925	681	4	646	31	114	129
2 011	982	728	11	687	31	133	120
2 012	951	704	1	671	32	132	115
2 013	982	731	5	693	33	134	117
2 014	1 030	767	5	728	35	134	129
2 015	1 081	805	5	764	36	140	136
2 016	1 099	818	5	776	37	143	138
2 017	1 143	851	5	807	38	149	143
2 018	1 169	870	5	826	39	152	147
2 019	1 219	907	6	861	41	158	153
2 020	1 273	948	6	899	43	166	160
2 021	1 332	992	6	941	45	173	167
2 022	1 396	1 040	6	986	47	182	175
2 023	1 466	1 091	7	1 035	49	190	184
2 024	1 540	1 147	7	1 088	52	200	193
2 025	1 621	1 207	7	1 145	54	211	203
2 026	1 708	1 271	8	1 206	57	222	214
2 027	1 801	1 341	8	1 272	60	234	226
2 028	1 902	1 416	9	1 343	64	247	239
2 029	2 010	1 496	9	1 420	67	261	252
2 030	2 125	1 583	10	1 501	71	276	267

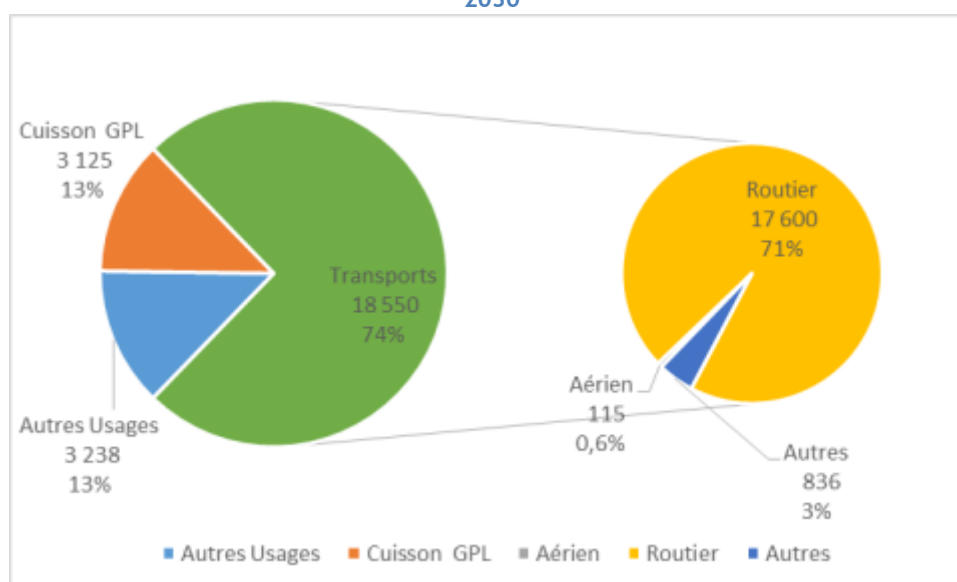
**Nota :** Les données de consommations globales fournies à partir de 2014 sont des projections issues du modèle de régression que nous avons construit.

Le calcul des Taux de Croissance Annuel Moyen (TCAM) de la demande globale en hydrocarbures entre 2000 et 2013 établit que celle-ci a cru en moyenne 2% par an. Cependant, ce taux cache de fortes disparités entre les différents usages étudiés. Ainsi, il apparaît que la croissance de la demande en hydrocarbures du Sénégal a essentiellement

## Projections de la demande d'énergie

été tirée par la demande du Transport (2,78% par an) ; et plus particulièrement par celle des transports routiers (7,18% par an). La répartition qui résulte de l'intégration des consommations d'hydrocarbures entre 2013 et 2030 est donnée sur la figure 60.

Figure 60 : Répartition par usages des consommations cumulées (ktep) d'hydrocarbures entre 2014 et 2030



#### 4. Modélisation du sous-secteur des Combustibles

A l'image du sous-secteur des hydrocarbures, celui des combustibles est également caractérisé par un manque considérable de données pour les différents usages. L'approche de projection est donc la même. Nous avons étudié le sous-secteur des combustibles à travers trois principaux usages : la cuisson, les procédés thermiques et les autres usages (tels que l'éclairage,...). Le modèle utilisé est présenté en annexe 5. La décomposition des consommations finales jusqu'à l'année 2013 a été réalisée sur la base d'une analyse des statistiques du SIE. La projection a été réalisée comme présentée en annexe 5. La décomposition quant à elle a été réalisée comme suit :

- Dans un premier temps, connaissant l'historique des consommations finales jusqu'à 2012, nous avons déterminé la structure de la demande et son évolution (tableau 21).
- Ensuite, ayant observé la constance de la répartition entre les différents usages sur la période allant de 2000 à 2012, nous avons retenu, par conservatisme, que la répartition observée depuis 2000, qui semble stable, sera maintenue à l'horizon 2030.

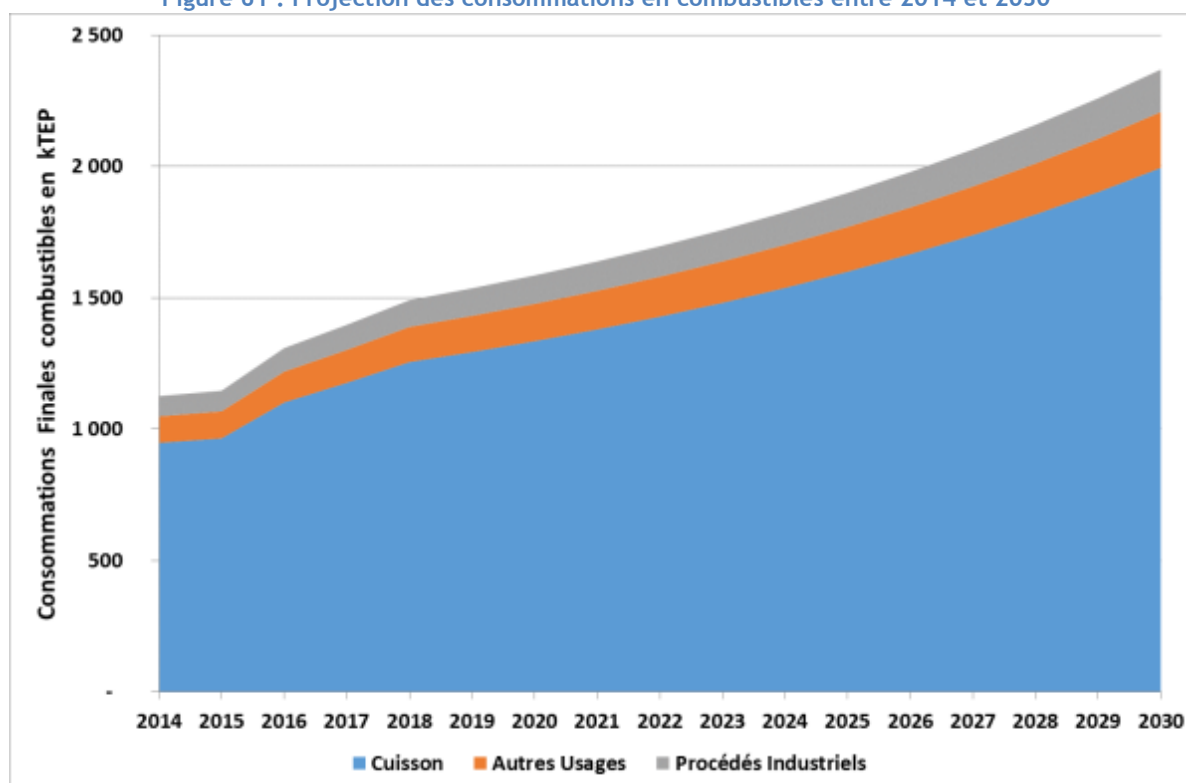
L'application de cette méthode a conduit à la décomposition présentée sur la figure 61, dont les données d'entrée sont présentées sur le tableau 22.

## Projections de la demande d'énergie

Tableau 21 : Synthèse de l'évolution de la structure de la demande finale en combustibles.

Année	Cuisson	Autres Usages	Procédés Industriels
2000	82,5%	9,2%	8,3%
2001	82,3%	9,1%	8,6%
2002	83,5%	9,3%	7,2%
2003	84,2%	9,4%	6,5%
2004	85,1%	9,5%	5,4%
2005	80,5%	8,9%	10,5%
2006	88,8%	9,9%	5,9%
2007	84,5%	9,4%	6,1%
2008	85,2%	9,5%	5,4%
2009	85,9%	9,5%	4,6%
2010	83,9%	9,3%	6,8%
2011	83,7%	9,3%	7,1%
2012	84,3%	9,4%	6,3%

Figure 61 : Projection des consommations en combustibles entre 2014 et 2030



La satisfaction de cette demande fera appel à différentes sources d'énergie. Bien que l'offre actuelle de combustibles soit essentiellement constituée de charbon, de bois, de GPL (pris en compte dans les hydrocarbures dans le cadre de cette étude) et, dans une moindre mesure, de combustibles divers, tels que la houille, la coque d'arachide et la bagasse, dédiés aux procédés industriels, le Sénégal a de grandes ambitions pour la promotion de



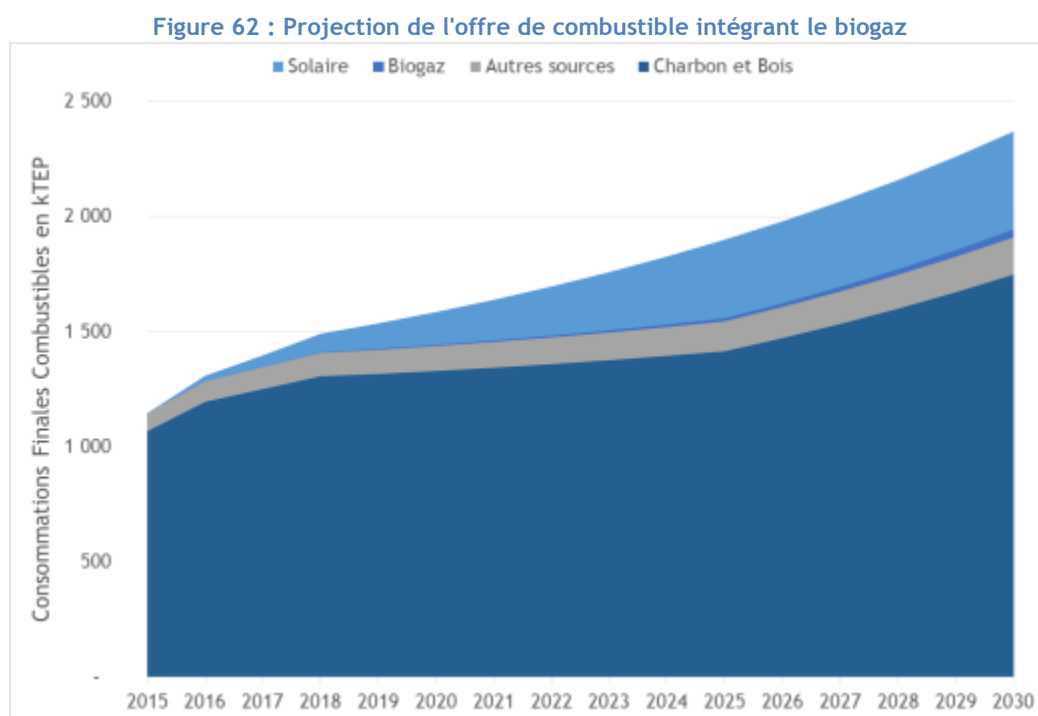
## Projections de la demande d'énergie

combustibles alternatifs tels que le solaire et le biogaz en milieu rural. Par conséquent, nous avons intégré dans nos hypothèses le développement de ces formes d'énergie dans les ménages ruraux.

Le développement du biogaz est porté par le PNBD qui a pour ambition d'installer 10000 biodigesteurs dans les ménages ruraux en 2020, puis 60000 en 2030. Ces objectifs sont très ambitieux, au regard des résultats de la première phase du programme. En effet, le PNBD avait pour objectif d'installer 8000 biodigesteurs sur la période 2009-2013 ; seuls 600 installations ont pu être réalisées in fine. Néanmoins, l'expérience a été riche d'enseignements qui ont permis de valider le lancement d'une deuxième phase avec des solutions apportées aux contraintes, telles que l'investissement requis, qui ont été identifiées.

La cuisson solaire quant à elle reste à un stade embryonnaire avec des expériences qui ont démontré sa faisabilité en milieu rural.

La figure 62 résume la couverture de la demande projetée (hors GPL qui est intégrée dans les hydrocarbures) par les différentes formes d'énergie.



Le tableau 22 résume les données qui sous-tendent cette projection.

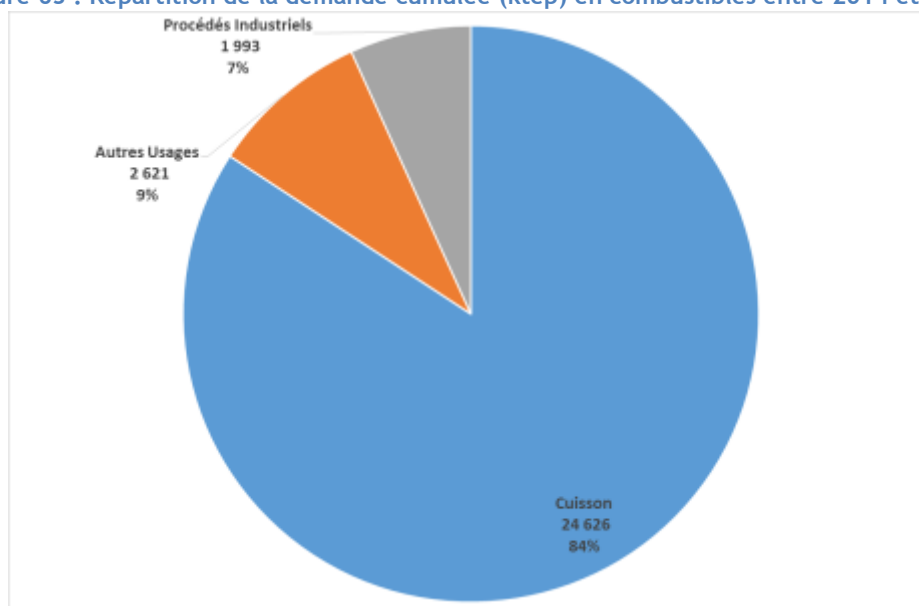
## Projections de la demande d'énergie

Tableau 22 : Récapitulatif des consommations finales de combustibles projetées à l'horizon 2030 (en ktep)

Année	Cuisson	Autres Usages	Procédés Industriels
2014	948	101	77
2015	966	103	78
2016	1 102	117	89
2017	1 177	125	95
2018	1 256	134	102
2019	1 294	138	105
2020	1 335	142	108
2021	1 380	147	112
2022	1 428	152	116
2023	1 481	158	120
2024	1 538	164	125
2025	1 600	170	129
2026	1 667	177	135
2027	1 739	185	141
2028	1 818	193	147
2029	1 903	202	154
2030	1 995	212	161

La répartition qui résulte de l'intégration des consommations de combustibles est donnée sur la figure 63.

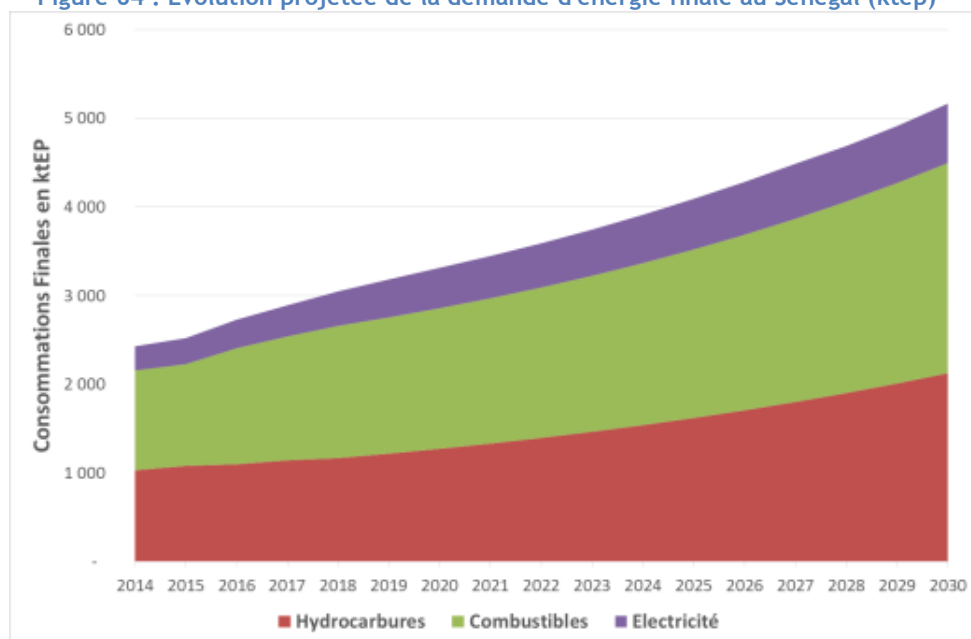
Figure 63 : Répartition de la demande cumulée (ktep) en combustibles entre 2014 et 2030



## 5. Synthèse de la demande du Sénégal

La demande d'énergie du Sénégal est la résultante des différentes projections dans les différents sous-secteurs (figure 64) ; elle sera marquée par une croissance régulière jusqu'en 2030 (+119% par rapport à 2013) au rythme annuel moyen de 4,72%.

Figure 64 : Evolution projetée de la demande d'énergie finale au Sénégal (ktep)<sup>56</sup>



Le tableau 23 présente les données de projection de la demande en combustibles entre 2013 et 2020.

Tableau 23 : Récapitulatif des consommations finales d'énergie projetées à l'horizon 2030 (en tep)

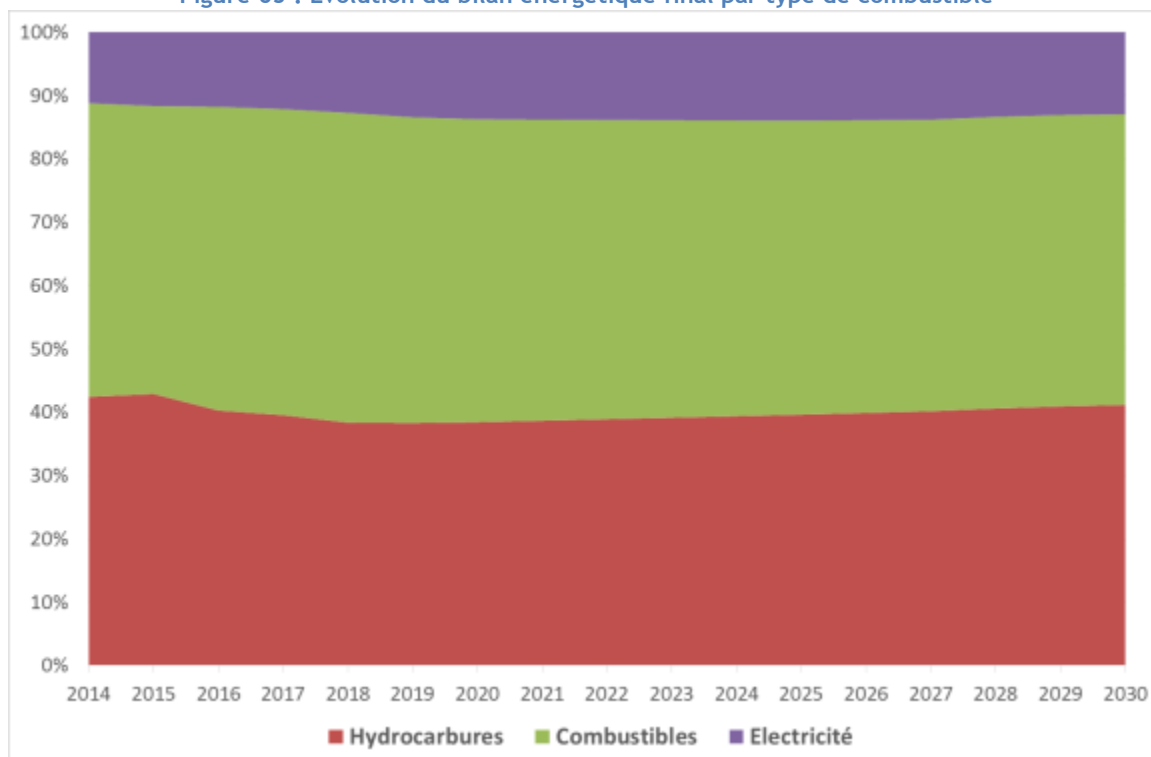
Année	Hydrocarbures	Combustibles	Electricité
2013	982	1 122	256
2014	1 030	1 126	272
2015	1 081	1 147	294
2016	1 099	1 309	322
2017	1 143	1 398	351
2018	1 169	1 492	388
2019	1 219	1 537	428
2020	1 273	1 586	456
2021	1 332	1 639	476
2022	1 396	1 697	498
2023	1 466	1 759	521
2024	1 540	1 827	545
2025	1 621	1 900	571
2026	1 708	1 980	595
2027	1 801	2 066	620
2028	1 902	2 159	626
2029	2 010	2 260	643
2030	2 125	2 370	670

<sup>56</sup> Les ratios de conversion en Tep utilisés pour les différentes énergies sont ceux utilisés par le SIE dans le rapport 2013. Nota : pour l'électricité, en l'absence d'une projection arrêtée du mix énergétique, l'évolution du coefficient de conversion ne peut être déterminé ; il a donc été décidé de conserver le coefficient du SIE actuel.

## Projections de la demande d'énergie

Cette évolution cache des dynamiques différentes entre les différents sous-secteurs (figure 65). Il apparaît ainsi que la proportion de l'électricité dans le bilan énergétique sera plus importante en 2030, passant d'environ 11% en 2013 à 13% en 2030, traduisant ainsi une évolution des pratiques en matière de consommations d'énergie, elle-même probablement liée à la progression du niveau de vie des populations.

Figure 65 : Evolution du bilan énergétique final par type de combustible



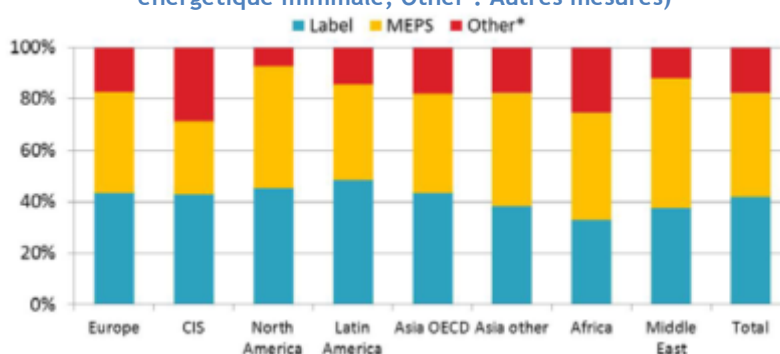
## VII. Benchmark des politiques de maîtrise de l'énergie

La maîtrise de l'énergie est un outil de pilotage de la politique énergétique qui a été éprouvé dans plusieurs pays aux contextes socio-économique et environnemental très divers. Ainsi, la définition d'une politique de maîtrise de l'énergie dépend à la fois des enjeux énergétiques du pays mais également de l'expérience internationale accumulée sur les différentes mesures. Une politique de maîtrise de l'énergie doit s'appuyer sur quatre (4) principaux leviers qu'il convient d'exploiter simultanément pour atteindre les objectifs de réduction des consommations d'énergie ciblés. Les quatre (4) dimensions des politiques de maîtrise de l'énergie sont : i) les dispositions de Gouvernance, ii) les dispositions Economiques et Financières, iii) les dispositions de Mise en œuvre et, iv) les programmes d'actions de maîtrise de l'énergie. L'arsenal des initiatives entreprises, à travers le monde depuis les années 70, sur ces différents axes est très riche et varié ; la revue des mesures les plus utilisées est présentée ci-après pour chacun des axes stratégiques. Cet exercice comparatif permettra de tirer les enseignements clés pour le Sénégal en termes de « best-practices » de mise en place de cadres réglementaire et institutionnel pour une stratégie réussie.

### 1. Dispositions de Gouvernance

La définition d'une politique sectorielle robuste et volontariste requiert la mise en place d'un cadre de gouvernance visible, pérenne et efficace qui : i) assure la cohérence des actions initiées, ii) garantit l'équilibre et, iii) favorise le développement du marché de l'efficacité énergétique. Le cadre de gouvernance se décline essentiellement en deux grands volets stratégiques : i) le cadre réglementaire et ii) le cadre institutionnel. Le cadre réglementaire est constitué par l'ensemble des textes juridiques et administratifs (lois, décrets, arrêtés, circulaires,...) qui définissent les exigences relatives à l'activité dans le secteur en termes de prérogatives et de restrictions (e.g. définition de performances minimales, imposition de pratiques bénéfiques telles que les audits, le report des consommations, la gestion de l'énergie, le suivi des plans de maîtrise de l'énergie, ou encore obligation d'information des consommateurs avec les étiquettes énergétiques). Le cadre institutionnel, quant à lui, adresse l'organisation des acteurs eux-mêmes et, permet de les identifier, de situer leurs responsabilités et de définir leurs relations. Parmi les différentes mesures mises en place, les dispositions réglementaires représentent près de 70%, elles ciblent essentiellement le secteur Résidentiel et celui des Services. Elles portent généralement sur les obligations d'étiquetage (42% des cas) et les seuils de performance énergétique minimale (*MEPS, Minimum Energy Performance Standards*) des appareils et équipements électriques (40% des cas, figure 66). Il apparaît ainsi que la transformation du marché passe par la promotion des équipements et bâtiments énergétiquement efficaces. Cela requiert en particulier la combinaison de mesures destinées à pousser l'émergence du marché (facteur « Push », tel que la définition de performance énergétique minimale : les MEPS) avec d'autres dédiées à tirer le marché (facteur « Pull », tel que la mise en place des étiquettes énergétiques).

## Benchmark des politiques de maîtrise de l'énergie

Figure 66 : Distribution des dispositions réglementaires par type<sup>57</sup> (Label : Etiquetage, MEPS : Performance énergétique minimale, Other : Autres mesures)

Quant aux initiatives dans le cadre institutionnel, elles se focalisent généralement sur la mise en place de structures dédiées pour la promotion et la régulation de l'efficacité énergétique.

La revue des initiatives prises dans divers pays engagés dans le développement stratégique de la maîtrise de l'énergie (France, Ghana, Canada, Maroc, Tunisie, Allemagne, Italie, Cambodge, Ethiopie, Algérie, etc.) a permis de recenser les actions qui ont contribué à la mise en place de cadres de gouvernance adaptés pour soutenir leurs politiques de maîtrise de l'énergie.

Volets	Initiatives	Pays d'application
Cadre réglementaire	Loi d'orientation sur l'efficacité énergétique	France, Maroc, Tunisie, Ghana
	Dispositions relatives aux obligations d'efficacité énergétique (valeur cible, identification des obligés généralement les fournisseurs d'énergie, les activités éligibles, le suivi, le trading des économies d'énergie) ex : Certificats d'Economie d'Energie (CEE) en France	Canada, France, Royaume-Uni, Etats-Unis, Chine, Inde, Italie
	Obligation d'étiquetage des appareils électroménagers (climatiseurs, réfrigérateurs...)	Allemagne, Canada, France, Ghana, Irlande, Tunisie, Nigeria, Ethiopie
	Exigences sur les Seuils Minimums de Performance (MEPS) des appareils	Canada, Tunisie, Ghana
	Nomes sur l'efficacité énergétique des appareils (climatiseurs, réfrigérateurs...)	Allemagne, Canada, France, Ghana, Irlande, Tunisie, Ghana, Nigéria
	Normes d'efficacité énergétique des installations d'éclairage public	Tunisie

<sup>57</sup> World Energy Council 2013 : Energy Efficiency Policies

## Benchmark des politiques de maîtrise de l'énergie

	Réglementation sur la performance énergétique des bâtiments	Allemagne, Canada, France, Irlande, Tunisie, Egypte, Ghana, Maroc
	Obligation d'audits énergétiques pour les grands consommateurs	France, Tunisie, Nigeria, Maroc
	Dispositions relatives à la cogénération	Tunisie, Maroc
	Dispositions relatives aux incitations fiscales pour la réalisation d'actions d'EE (exonération/abattement/plafonnement de taxes, écotaxes...)	Ghana, Tunisie, Maroc, France, Ethiopie
	Dispositions relatives aux financements d'actions d'EE (primes, fonds, aides, prêts bonifiés, subventions...)	Allemagne, France, Tunisie
	Réglementation sur l'efficacité énergétique des véhicules	Maroc, Tunisie, France
	Normes sur la qualité et l'efficacité des carburants	Allemagne, France
	Dispositions relatives à la réduction des émissions de CO2	Allemagne, France
	Dispositions relatives aux mesures d'économies d'énergie (CEE, autres...)	Allemagne, Cambodge, France, Tunisie
	Dispositions relatives à la Production indépendante d'électricité (éolien, biogaz...)	Tunisie
	Circulaires pour l'exemplarité de l'Etat	Cambodge, France, Maroc, Ethiopie
	Dispositions relatives à la mise en place d'ESCO	Tunisie
<b>Cadre institutionnel</b>	Création d'une agence nationale en charge de l'efficacité énergétique	Cambodge, Canada, France, Ghana, Irlande, Maroc, Tunisie, Algérie
	Mise en place de centres d'informations locaux	Cambodge, France, Maroc, Kenya, Allemagne
	Création d'un fonds dédié à l'efficacité énergétique	Allemagne, France, Tunisie, Maroc, Algérie, Afrique du Sud, Egypte
	Création d'ESCO	Allemagne, Canada, Ghana, Tunisie, Kenya, Egypte
	Création de structures pour la recherche dans l'efficacité énergétique	France, Egypte

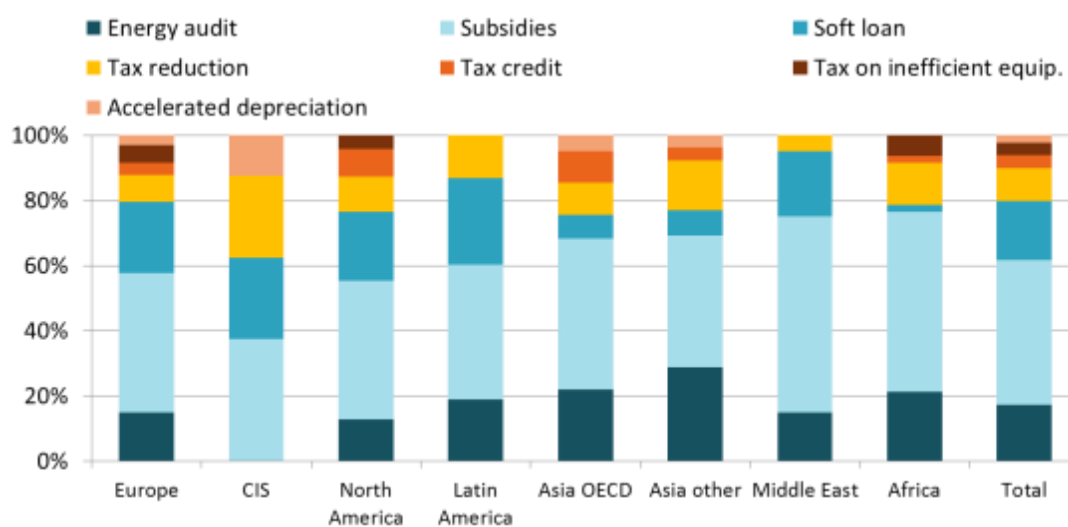
**Nota :** Il est à préciser que les actions présentées ci-dessus sont celles qui ont été identifiées, de manière non exhaustive, dans le cadre de la revue des politiques d'efficacité énergétique dans les pays en question.



## 2. Dispositions Economiques et Financières

Les dispositions de financement constituent un des principaux fondements à mettre en place pour le déploiement des politiques de maîtrise de l'énergie. Elles permettent de mobiliser les ressources nécessaires pour favoriser l'investissement dans les projets de maîtrise de l'énergie découlant des initiatives issues des autres dispositions stratégiques. De nombreuses organisations et actions ont été expérimentées avec plus ou moins de succès ; le tableau ci-après présente la revue de ces initiatives. Celles-ci peuvent globalement être regroupées en deux principaux volets selon qu'il s'agit d'aides directes (financières) ou indirectes (fiscales). Le volet financier comprend l'ensemble des actions telles que les subventions aux audits et aux investissements, les prêts bonifiés, ou encore les lignes de crédit. Le volet fiscal quant à lui comprend les crédits d'impôts, les taux de taxation réduit (e.g. TVA), l'aménagement des amortissements (accélération), la taxation sur les équipements inefficaces (e.g. écotaxe). Ces dispositions, compte tenu des volumes de projets et des périodes sur lesquelles les stratégies sont mises en œuvre, peuvent difficilement être supportées par le budget public. Elles requièrent souvent la mise en place de nouvelles sources de financement indépendantes et plus adaptées telles que les fonds verts dédiés à l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables, les ESCO et les partenariats public-privés (PPP). La figure 67 présente la répartition des différentes initiatives prises à travers le monde ; les subventions constituent le principal instrument pour accompagner le financement des projets de maîtrise de l'énergie.

Figure 67 : Répartition des dispositions financières mises en œuvre à travers le monde



Source : World Energy Council, *Energy Efficiency Policies*, 2013.<sup>58</sup>

<sup>58</sup> CIS (Community of Independent States): Azerbaïdjan, Arménie, Biélorussie, Géorgie, Kazakhstan, Kirgizstan, Moldavie, Russie, Tadjikistan, Turkménistan, Ouzbékistan et Ukraine.

## Benchmark des politiques de maîtrise de l'énergie

Tableau 24 : Synthèse benchmark dispositions financières pour l'efficacité énergétique

Volets	Initiatives	Pays d'application
Financier	Subventions pour les investissements et les audits énergétiques	Maroc, Tunisie, France, Irlande
Financier	Mécanisme pour le développement propre (MDP)	Maroc, Tunisie, Ghana, France, Canada
Financier	Fonds pour les investissements dédiés à l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables	France, Tunisie, Maroc, Ghana
Financier	Lignes de crédit ou prêts bonifiés	France, Tunisie, Maroc, Ghana
Financier	Certificat d'économie d'énergie	France
Fiscal	Incitations fiscales (exonérations, TVA réduite, crédit d'impôts, droit de douanes minimal,...)	France, Tunisie, Maroc
Fiscal	Ecotaxe sur les produits inefficaces (équipements électriques ou voitures...)	France
Financier	Tiers-financement via des sociétés de service d'efficacité énergétique	Allemagne, Belgique, Autriche, France

### 3. Dispositions de Mise en œuvre

La réussite des politiques de maîtrise de l'énergie requiert, en plus des dispositions économiques et de gouvernance, la mise en place d'une série d'actions destinées à faciliter la mise en œuvre de l'ensemble des orientations stratégiques qui seront adoptées. Ces actions peuvent se regrouper en cinq (6) principaux volets :

- i) La promotion, qui recouvre l'ensemble des initiatives permettant une large diffusion de l'efficacité énergétique.
- ii) L'assistance technique, qui adresse toutes les actions mises en place pour accompagner les acteurs dans le développement de leurs capacités à porter les projets d'efficacité énergétique dans toutes leurs dimensions.
- iii) La formation, qui concerne toutes les actions visant à intégrer l'efficacité énergétique dans les programmes d'enseignement supérieur scientifique et technique.
- iv) Le contrôle et la surveillance, qui rassemble l'ensemble des actions permettant de s'assurer du respect de la réglementation spécifique à la maîtrise de l'énergie.
- v) Le suivi-évaluation, qui englobe l'ensemble des actions qui permettent de suivre dans le temps le déploiement de la politique de maîtrise de l'énergie, ainsi que les impacts générés ; ce suivi permet également de décider, le cas échéant, des besoins de réorientations ou ajustements en rapport avec les objectifs définis.

## Benchmark des politiques de maîtrise de l'énergie

- vi) L'animation, qui regroupe l'ensemble des actions destinées à créer des cadres de concertations permettant de favoriser le partage des savoir-faire et les échanges sur les orientations politiques.

La revue des initiatives entreprises dans l'optique de faciliter la mise en œuvre est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 25 : Synthèse benchmark dispositions de mise en œuvre pour l'efficacité énergétique

Volets	Initiatives	Pays d'application
Animation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Création du dialogue entre les institutions par l'organisation de tables rondes et d'ateliers sur des problématiques liées à l'efficacité énergétique</li> <li>- Création d'association des professionnels du secteur de l'efficacité énergétique pour favoriser le développement d'un réseau de partage d'informations et de pratiques</li> </ul>	Tunisie Kenya
Animation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Création d'un cadre de coopération sous régionale et continental</li> </ul>	Orientation de la PEEC CEDEAO
Assistance Technique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation d'études d'évaluation des besoins secteur par secteur et priorisation des secteurs cibles des programmes d'efficacité énergétique</li> </ul>	Tunisie
Assistance Technique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablissement d'un centre pour l'EE</li> <li>- Etablissement Centre de Recherche, de Développement, de Démonstration et de Déploiement des technologies efficaces</li> </ul>	Egypte Algérie Pays membres AIE
Assistance Technique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réalisation d'étude de marchés relatives à l'efficacité énergétique portant sur les appareils, technologies, les niveaux de performance, les coûts...</li> </ul>	Orientation de la CEDEAO
Contrôle et Surveillance	Mise en place de laboratoire de contrôle de la conformité des produits éco-énergétiques	Kenya France Royaume-Uni Allemagne
Contrôle et Surveillance	Définition des qualifications requises (habilitation et certification) pour les organismes d'audits	Ethiopie Turquie Canada France

## Benchmark des politiques de maîtrise de l'énergie

Assistance Technique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de procédures de mesures et de vérification standards</li> <li>- Elaboration de guides dédiés à l'efficacité énergétique (e.g. pour les audits)</li> </ul>	Tunisie Maroc Algérie Ghana France Canada
Contrôle et Surveillance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de mécanismes de contrôle et de sanctions vis-à-vis des dispositions réglementaires</li> </ul>	Orientation de la PEEC CEDEAO Tunisie
Formation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mises en place de programmes de renforcement des capacités dans le secteur public et le secteur privé</li> <li>- Formation sur les modalités et méthodologies pour réaliser les audits énergétiques</li> </ul>	Ghana Tunisie Kenya Egypte Orientation de la PEEC CEDEAO
Formation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation supérieure (3ième cycle) sur l'efficacité énergétique</li> <li>- Enseignement spécifique de l'EE pour former des ressources qualifiées</li> </ul>	Kenya Egypte Pays membres AIE
Promotion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place d'actions incitatives telles que la remise de prix et de récompenses au profit des entreprises les plus efficaces</li> </ul>	Kenya
Promotion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place d'une première ESCO</li> </ul>	Kenya
Promotion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encouragement des ONG à promouvoir des projets d'efficacité énergétique</li> </ul>	Egypte
Promotion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intégration dans les dossiers d'AO publics des considérations sur l'efficacité énergétique (principe de l'éco-conditionnalité des aides/subventions publiques)</li> </ul>	Egypte Ethiopie
Promotion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encouragement de la nomination d'un "Responsable Energie" dans chaque établissement public</li> </ul>	Egypte
Promotion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Information et sensibilisation des différents acteurs (y.c. les importateurs et distributeurs d'équipements)</li> <li>- Conduite de campagnes de communication et de sensibilisation (groupes de travail sectoriels, descente sur le terrain avec du porte à porte, sensibilisation sur les gains,...)</li> </ul>	Ghana Tunisie Algérie Turquie Syrie Liban
Promotion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Création de filières industrielles pour la production de certains appareils contribuant à l'efficacité énergétique</li> </ul>	Orientation de la PEEC CEDEAO

## Benchmark des politiques de maîtrise de l'énergie

Promotion	- Lancement de projets pilotes pour démontrer la pertinence des mesures	Tunisie Liban Orientation de la PEEC CEDEAO
Promotion	- Mise en place d'un laboratoire d'audit énergétique mobile (avec tous les équipements requis, location possible source de revenus pour AEME)	Egypte Ghana
Suivi-Evaluation	- Mise en place de systèmes d'informations : indicateurs pour l'énergie, indicateurs financiers, indicateurs d'émissions de GES (avec Rapports d'avancement réguliers)	France Allemagne Europe Tunisie Ethiopie Pays membres AIE
Suivi-Evaluation	- Enquête sur les usages et pratiques des usagers	Ghana France Allemagne Pays membres AIE

#### 4. Actions de maîtrise de l'énergie

Les dispositions financières, de gouvernance et de mise en œuvre concourent toutes à faciliter la réalisation d'actions d'économies d'énergies. Les actions de maîtrise de l'énergie adressent, à travers différents programmes, tous les types d'usagers et d'usages de l'énergie et sont très variées suivant les secteurs ciblés. Ces programmes constituent les moteurs d'une stratégie de maîtrise de l'énergie pour atteindre les objectifs fixés pour la réduction des consommations. La revue des actions mises en œuvre dans le cadre de diverses stratégies de maîtrise de l'énergie a permis de recenser un grand nombre de mesures qui couvrent les trois (3) sous-secteurs de l'énergie.

#### 5. Etudes de cas

Afin d'illustrer quelques-unes des actions de maîtrise de l'énergie présentées dans le benchmark, trois études de cas sont passées en revue ci-après pour en illustrer les impacts. Les cas présentés portent sur l'Afrique du Sud, la Tunisie et la Tanzanie.

##### 5.1. Cas de l'Afrique du Sud : Efficacité énergétique des équipements dans le bâtiment

Le projet d'amélioration de l'efficacité énergétique dans les bâtiments d'Ekurhuleni a débuté en 2005 dans l'objectif de réduire la facture énergétique et de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Il s'est essentiellement agi d'installer des systèmes de chauffage d'eau

## Benchmark des politiques de maîtrise de l'énergie

efficaces (Zip hydroboils), des systèmes d'éclairage plus performants (LFC et LED) et des systèmes de contrôle des consommations (minuterie d'éclairage et minuteurs geyser).

Les travaux dans leur ensemble ont coûté près de 250000 Rand (41000 \$US) pour l'installation et les équipements. Le projet de rénovation s'est traduit par 329 MWh d'énergie économisée en un an, ce qui représente des économies de l'ordre de 50664 \$US par an (sur la base de 15,7 cents \$US/kWh pour les bâtiments municipaux d'Ekurhuleni). Le temps de retour sur investissement a été de 0,8 ans.

Tableau 26 : Synthèse des actions d'efficacité énergétique dans les bâtiments d'Ekurhuleni (Afrique du Sud)

Équipement	Consommation Avant rénovation (MWh/an)	Consommation Après rénovation (MWh/an)	Energie économisée (MWh/an)	Pourcentage d'économie %
Éclairage (CFL et LED)	367	92	275	75
Éclairage Fluorescent (T5)	21	18	3	13
Chauffage eau (Ums remplacé par Zip hydroboil)	214	171	43	20
Minuterie geyser	21	13	8	40
<b>TOTAL</b>	<b>623</b>	<b>294</b>	<b>329</b>	<b>53</b>

## 5.2. Cas de la Tunisie : Cadre institutionnel et réforme du sous-secteur de l'électricité

En raison de ses ressources pétrolières et gazières nationales la Tunisie a toujours entretenu une situation énergétique favorable. En conséquence, le secteur de l'énergie a joué un rôle important dans la croissance économique, ce qui représente 13 % du produit intérieur brut national et 16 % des exportations nationales en 1980. Cependant, à la fin des années 1980, les autorités tunisiennes réalisent que cette situation favorable s'apprêtait à changer radicalement. Ce changement a été le résultat de deux facteurs principaux :

- la stagnation des ressources nationales pétrolières et gazières ; et
- l'augmentation rapide de la demande énergétique due à la croissance économique et sociale.

Cela a conduit à un déficit sur le bilan énergétique à partir de l'an 2000 et à une contribution décroissante du secteur de l'énergie à la croissance économique du pays. La prévision de ce déficit énergétique a exhorté le gouvernement tunisien à élaborer une politique énergétique durable, et la Tunisie peut être considérée comme étant à l'avant-garde des politiques d'efficacité énergétique dans la région de la Méditerranée depuis les années 1980.

### Objectifs et priorités de la politique

Depuis le début, la politique de conservation de l'énergie a été construite autour de trois piliers :

- Mise en place d'un cadre institutionnel, avec une Agence nationale de maîtrise de l'énergie (ANME) dédiée qui sera en charge de la mise en œuvre de la politique ;
- Elaboration d'un ensemble complet de mesures réglementaires afin de promouvoir les pratiques et techniques d'efficacité énergétiques ;
- Adoption d'incitations financières, y compris des subventions pour les audits énergétiques et les investissements ainsi que des mesures fiscales.

Récemment un objectif d'économie global de 640 000 tep pour l'année 2010 a été mis en place et une diminution de l'intensité énergétique de 2 % par an. L'objectif est d'économiser 940 000 TEP et réduire les subventions à 155 millions de TND.

### Résultats

La série de mesures politiques reliées à la conservation de l'énergie ont conduit en 2006 à réduire l'intensité énergétique de 0,344 tep/1000TND (en 2005) à 0,332 tep/1000TND (en 2006). Cela a permis d'atteindre une réduction globale de la consommation d'énergie de 270 000 tep, dont 180 000 tep résultant de mesures de rationalisation de la consommation d'énergie et des actions de promotion des énergies renouvelables.

L'amélioration simultanée de l'intensité de l'énergie et de carbone est remarquable et s'explique par l'effet combiné de quatre aspects :

- L'impact des programmes d'efficacité énergétique en particulier dans l'industrie manufacturière ;
- L'amélioration de la consommation d'énergie dans les usines de production d'électricité, notamment l'introduction de la production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) ;
- La modernisation du complexe industriel ;
- Un plus de changement des services tertiaires proportionnellement dans l'économie tunisienne.

En outre, les subventions de l'Etat en 2006 pourraient être réduites par environ 87 millions TND, avec 22 millions TND en raison de mesures de rationalisation de la consommation énergétique et de promotion des énergies renouvelables et 65 millions TND en raison de mesures de substitution d'énergie dans les secteurs industriels et résidentiels.

Enfin, les mesures et la prise en charge en ce qui concerne l'utilisation de l'énergie thermique solaire ont conduit à l'installation de 57 000 m<sup>2</sup> de panneaux jusqu'en 2006, avec un objectif d'atteindre 620 000 m<sup>2</sup> en 2010 (y compris une réduction des aides de l'état de 2,5 millions TND par an).

### Zoom sur les Lois et amendements sur l'électricité

Pour les deux dernières décennies, les interventions publiques via le support financier du budget de l'État et la mobilisation de ressources financières internationales ont été déterminantes dans le développement de la maîtrise de l'énergie en Tunisie.

Les bases du cadre réglementaire qui devaient être mises en place pour atteindre les objectifs de politique formulés ont été fixées à travers un éventail de décisions présidentielles et des législations nationales.

- Le 3 mai 2001, vingt décisions présidentielles ont été annoncées qui aideraient à mettre en place la stratégie d'efficacité énergétique nationale. Ces décisions inclues les mises à jour générales de la législation obsolète, l'amélioration de la réglementation d'incitation financière, et l'introduction d'une journée nationale de



l'efficacité énergétique. En plus de nouveaux cadres ont été établis à l'égard de la promotion de nouveaux secteurs et technologies, par exemple l'utilisation de la cogénération, l'utilisation obligatoire de chauffe-eau solaires dans les nouveaux bâtiments publics, le déploiement de l'énergie éolienne et le lancement des services énergétiques.

- Puis la loi N° 2005-82, en date du 15 août 2005, qui instaure un "système de maîtrise de l'énergie", a été un atout précieux pour assurer un soutien à la mise en œuvre effective et la durabilité des actions qui visent à rationaliser la consommation d'énergie, la promotion des énergies renouvelables et de substitution de l'énergie.
- Ensuite, ce système est devenu un "Fond National pour la maîtrise d'énergie" (FNME), objet de la loi N° 2005-106, datée du 19 décembre 2005, ce qui représente un saut quantique vers le choix d'une ressource extrabudgétaire pour financer les investissements publics de la maîtrise de l'énergie en Tunisie, et cela basé sur l'octroi de l'indemnité. Les taux et les montants des indemnités liées aux actions pour ce fond, ainsi que les modalités et méthodes de leur octroi sont fixées par décret N° 2005-2234, daté du 22 août 2005 :

Les sources du fonds sont fournies par des mesures fiscales comprenant :

- Un droit perçu sur la première immatriculation des voitures privées, avec un taux fixé par cette loi à 250 et 1000 TND, pour les voitures à essence de 500 et 2000 TND, pour les voitures à moteur diesel, et un certain nombre d'exemptions prévues par la loi ;
- Un droit d'importation ou obligation de production locale, à l'exclusion des exportations d'équipements de climatisation fixés par la loi, à des droits de douane des taux de 10 TND pour chaque millier d'unités thermiques.

### **Zoom sur le rôle de l'agence de maîtrise de l'énergie**

Les actions et les modalités de la Caisse nationale sont gérées et mises en œuvre par l'Agence nationale pour la maîtrise de l'énergie (ANME), qui joue le rôle de la composante de base dans le jeu institutionnel de la politique d'efficacité énergétique tunisienne. La mission de l'ANME est définie comme l'amélioration du bilan énergétique et la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz. Les tâches particulières comprennent :

- L'élaboration et la mise en œuvre de programmes d'efficacité énergétique nationaux ; par exemple, soutenir les actions des audits énergétiques obligatoires et périodiques et la signature de contrats de performance avec les entités les plus consommatrices et la promotion de l'utilisation de techniques d'économie d'énergie et d'équipements pour diverses activités telles que :
  - o la Cogénération ;
  - o la Certification des appareils électriques domestiques ;
  - o la Réglementation thermique et énergétique des bâtiments ;
  - o la Rationalisation de la consommation électrique de l'éclairage des rues ; et
  - o les examens de la Voiture et du moteur ;
- La définition du cadre juridique et réglementaire lié à l'efficacité énergétique ;
- Le lancement de campagnes de sensibilisation et l'organisation de formation sur les actions d'économie d'énergie ;
- L'appui de la recherche et le développement par le biais de projets pilotes novateurs ;
- L'encouragement des investissements du secteur privé ;
- La réalisation d'études prospectives et stratégiques, par exemple « efficacité énergétique en Tunisie vers 2030 » comme mentionné plus haut ;

- La conception et l'administration des impôts et des incitations financières ; elles sont décrites en détail dans l'encadré 1 ci-dessous.

### 5.3. Cas de la Lettonie : Financement de projet d'efficacité énergétique par une ESCO

En raison de ses ressources pétrolières et gazières nationales la Tunisie a toujours

#### Contexte

Le projet a été réalisé dans le cadre du programme Initiative d'éclairage efficace (ELI), mis en œuvre en Lettonie entre 2000 et 2003 et a été conçu pour accélérer la pénétration des technologies de l'éclairage éco-énergétique et de développer et d'encourager l'utilisation de sociétés de services énergétiques (ESCO). Un audit énergétique en LASE a été réalisé en octobre 2001 afin d'estimer et d'évaluer les possibilités d'amélioration du système d'éclairage dans une des salles de sport sur le campus.

Le système d'éclairage existant dans cette salle de sport se composait d'un montage de 33 spots principalement des ampoules halogènes de 1000 W et six points lumineux supplémentaires de lampes haute pression avec une capacité de 750 W chacune. Dans le balcon de la salle de sport, ils y ont 10 luminaires distincts, chacune avec 500 W d'ampoules à incandescence. Le système d'éclairage a été utilisé sept mois par an pendant 12 à 15 heures par jour, un total de 4100 heures par an.

#### Audit Énergétique

L'audit énergétique a établi plusieurs constats, dont les principaux étaient :

- 8 % des luminaires n'étaient pas en état de fonctionnement ;
- la qualité de l'éclairage ne correspondait pas aux normes de qualité locale et européenne ;
- le système de contrôle en place n'avait pas contribué à une utilisation efficace de l'éclairage ;
- les barres de protection de choc sur les luminaires réduisaient la qualité de la lumière ;
- le faible nettoyage et maintenance du système, causant la poussière régulièrement et réduisant ainsi la qualité de la lumière ;
- la consommation annuelle d'électricité dans la salle de sport était 173 MWh/an, soit 8900 €/an ;
- La puissance totale installée du système d'éclairage était de 42,5 kW.

#### Financement

Selon les résultats de l'audit énergétique, qui a montré la rentabilité et la faisabilité du projet, l'administration de LASE a accepté de remettre en état le système d'éclairage et a annoncé un appel d'offre adressé aux entreprises de services éco-énergétiques (ESCO). LASE a été convaincue d'avoir recours à une ESE principalement pour trois raisons : la possibilité d'attirer des tiers financements, la possibilité d'avoir le fonctionnement et l'entretien du système inclus dans le contrat, et en particulier l'idée d'une garantie sur les économies d'énergie. Le projet a été entièrement financé par l'ESCO. Le Coût total du projet était de 28500 €. L'ESCO a emprunté 14 250 € auprès d'une banque commerciale lettone et le reste a été couvert sur ses fonds propres.

### Résultats

Le projet a atteint son objectif principal, qui était de réduire la consommation d'énergie et d'arrêter la dégradation physique du système d'éclairage dans la salle de sport. En utilisant la meilleure technologie, la consommation d'énergie du réseau a été réduite de 83 720 kWh par an. La salle de sport a maintenant un système de contrôle beaucoup plus performant y compris la possibilité d'avoir différents niveaux d'éclairage dans le hall en fonction des différentes applications et des sports à jouer. Le projet peut être considéré comme un succès et aussi le but d'utiliser le financement de tiers a été atteint, en dépit de la difficulté dans l'implication des sociétés de services énergétiques dans les projets à petite échelle.

Le tableau ci-dessous présente une comparaison de la situation avant et après la mise en œuvre du projet.

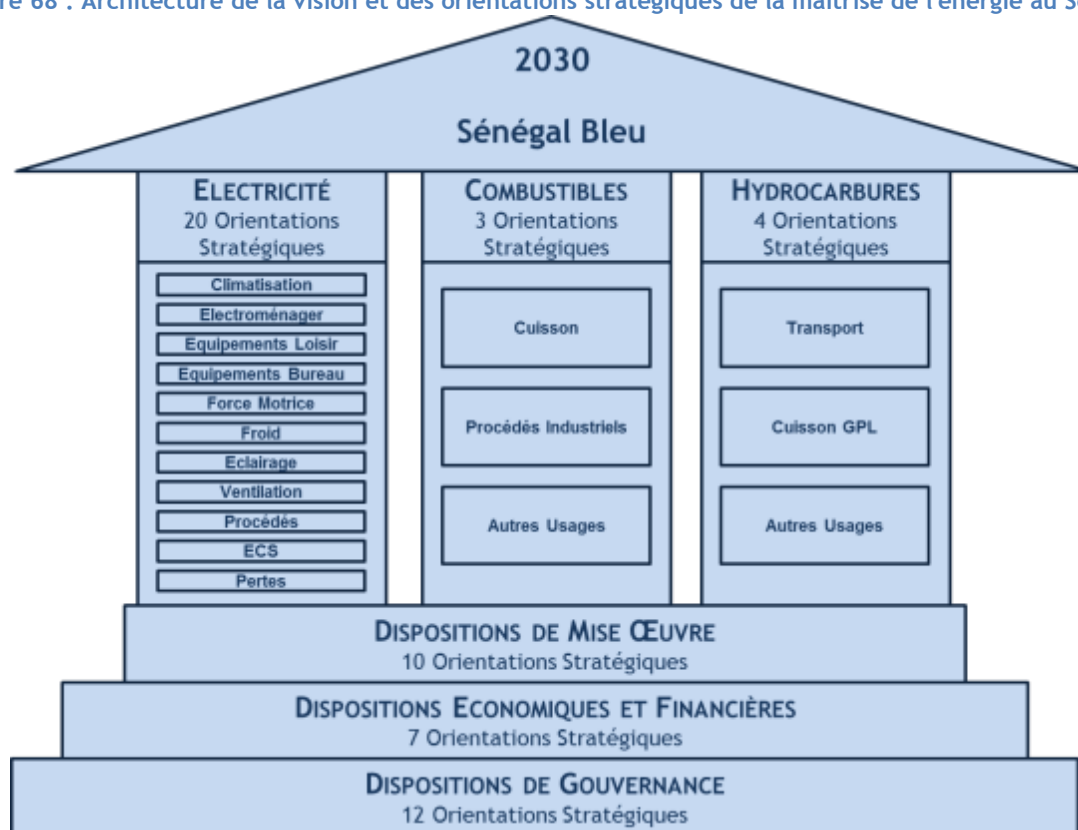
**Tableau 27 : Comparaison des situations avant et après intervention d'une ESCO en Lettonie**

	<b>Ancien système</b>	<b>Nouveau système</b>
<b>Temps de fonctionnement</b>	4 064 heures/an	4 064 heures/année
<b>La puissance installée</b>	42,5 kW	16,5 kW
<b>Consommation électrique</b>	173 120 kWh/an	89 400 kWh/an
<b>Énergie économisée</b>		83 720 kWh/an

## VIII. Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Le diagnostic du marché de l'efficacité énergétique, établi lors des séances de travail collaboratif organisées avec les parties intéressées par le renforcement de la maîtrise de l'énergie, a permis d'identifier les principaux enjeux qu'il convient de prendre en charge pour développer la maîtrise de l'énergie au Sénégal. Ces enjeux, croisés avec les résultats du Benchmark présenté ci-avant, ont permis de définir les principales orientations stratégiques dans les quatre (4) principaux axes de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal (figure 68).

Figure 68 : Architecture de la vision et des orientations stratégiques de la maîtrise de l'énergie au Sénégal



# 1. Renforcer le Cadre de Gouvernance

## 1.1. Renforcer le cadre institutionnel

### Créer un centre d'information-conseil dédié à l'efficacité énergétique

L'une des principales barrières au développement de la maîtrise de l'énergie au Sénégal est le déficit d'informations des usagers. Malgré l'organisation de campagnes de sensibilisation, l'on constate toujours une insuffisance, voire une incompréhension, dans la perception des bénéfices des projets de maîtrise de l'énergie. Pour y remédier, une nouvelle approche a

été développée dans plusieurs pays, en mettant en place des centres d'information locaux à proximité des consommateurs. Ces centres fournissent gratuitement aux professionnels et aux particuliers, des informations et des services sur les économies d'énergie y compris les contacts utiles (autorités compétentes, agences de financement,...). Ils interagissent également avec des groupes cibles spécifiques (institutions locales, PME, GIE, paysans...). Ces structures ont généralement un statut public, et/ou le statut d'organisation à but non lucratif. Les centres locaux font le plus souvent partie d'un réseau national ou régional ayant des objectifs communs, qui facilitent le partage d'expérience et le transfert des connaissances. Leur financement provient des institutions locales, nationales ou régionales voire multilatérales. Ainsi, l'Europe compte près de 750 centres, répartis sur 14 pays, avec près de 1600 conseillers<sup>59</sup>. L'effectif moyen par centre tourne autour de deux (2) personnes. En dehors de l'Europe, le Maroc est un autre exemple de pays utilisant de manière significative les centres locaux pour promouvoir l'efficacité énergétique. Avec 100 centres mis en place dans des villages, les autorités marocaines ont pour projet d'en créer plus de 500 autres, aussi bien dans des villages que des villes. Dans cette optique, l'AEME doit développer cette branche d'activité et se structurer pour répondre aux besoins de l'ensemble du pays.

### Créer un centre de contrôle et de surveillance de l'application de la réglementation

Le succès des dispositions réglementaires qui sont définies pour structurer le marché de la maîtrise de l'énergie requiert la mise en place de dispositions de contrôle et de surveillance appropriées. L'absence d'une culture de surveillance et de sanction forte a été soulevée par les experts sectoriels dans le

diagnostic de l'état de l'art de la maîtrise de l'énergie au Sénégal. Cette mission de contrôle et de surveillance devra être portée une institution forte, indépendante, disposant de moyens de coercition et avoir la légitimité de la force publique (e.g. assermentation). Ce centre sera garant du respect des exigences réglementaires (interdictions d'importation, performance énergétique des équipements, qualification des professionnels de la maîtrise de l'énergie). Dans certains domaines spécifiques comme le secteur du transport, le centre pourra s'appuyer sur certaines structures de contrôle déjà existantes tel que le centre de contrôle technique.

<sup>59</sup> Energy Efficiency: A Worldwide Review Indicators, Policies, Evaluation (World Energy Council).

### Créer un centre de recherche dédié à l'efficacité énergétique

La recherche constitue le moteur du développement quel que soit le domaine d'application. L'efficacité énergétique n'échappe pas à cette règle. Les pays les plus avancés en matière de politique de maîtrise de l'énergie sont le plus souvent très fortement impliqués dans les initiatives de l'école. L'agence internationale de l'énergie suggère la mise en place de centres dédiés à la fois à la Recherche, au Développement, au Démonstration et au Déploiement (centre de RD3). Le concept de centre de RD3 est une des vingt-cinq (25) recommandations faites par l'AIE en matière de politiques pour le développement de l'efficacité énergétique. Ces centres sont destinés à engager des travaux de recherche scientifiques et techniques sur de nouveaux sujets ou sur les conditions d'adaptation d'initiatives inspirées d'autres contextes non adaptées au Sénégal, et plus largement aux contextes socio-économique et environnemental locaux. Les thématiques de recherche peuvent être très larges, couvrant aussi bien les aspects organisationnels (cadres institutionnels) que les aspects réglementaires, les mécanismes de financement ou encore les mesures techniques dédiées à l'efficacité énergétique. Ils ont vocation à innover et à assurer le transfert de technologie vers les acteurs du marché de l'efficacité énergétique. Bien qu'il existe des centres de recherche spécialisés dans l'énergie au Sénégal (LEA, CERER,...) aucun d'entre eux ne travaille véritablement sur les problématiques spécifiques à l'efficacité énergétique. Les Autorités sénégalaises responsables de la question de la maîtrise de l'énergie doivent mettre en place ce centre de recherche. L'opportunité d'une intégration dans les centres existants reste à définir suivant les contraintes organisationnelles.

### Positionner l'AEME comme le seul cadre d'impulsion et de coordination la politique de la maîtrise de l'énergie

Le secteur de la maîtrise de l'énergie au Sénégal est caractérisé par l'activité parallèle de plusieurs institutions publiques ou parapubliques qui entreprennent des projets visant à développer la maîtrise de l'énergie au Sénégal. Cette situation peut conduire à une déperdition des efforts aussi bien dans les actions d'efficacité énergétique qui sont promues que dans la structuration des projets (financements non utilisés de manière optimale). Cette orientation stratégique vise à transformer l'AEME en une grande agence de maîtrise de l'énergie en charge d'impulser et de coordonner l'ensemble des actions et programmes dédiés à l'efficacité énergétique quelle que soit leurs porteurs opérationnels. Il s'agit de disposer d'un cadre unique et global de coordination de toutes les initiatives en matière de maîtrise de l'énergie au Sénégal. Par conséquent, tous les acteurs (autres institutions nationales ou internationales, programmes ou projets) pourront continuer à initier des projets d'efficacité énergétique avec une coopération et un suivi de l'AEME. Il conviendra donc de mettre à jour le décret de création de l'AEME afin de renforcer son leadership institutionnel sur la question de la maîtrise de l'énergie.

## 1.2. Renforcer le cadre réglementaire

### Elaborer une loi d'orientation dédiée à la promotion de l'efficacité énergétique

Bien que la plupart des pays soient dotés de lois ou de textes réglementaires structurant le secteur de l'énergie (électricité, produits pétroliers,...), très peu ont élaboré une réglementation spécifique à l'efficacité énergétique. Les Autorités sénégalaises ont depuis de nombreuses années montré leur préoccupation par la question de la maîtrise de

l'énergie (intégration de la LPDSE 2007 et 2012, initiatives législatives pour les économies d'énergie - loi 83-04 du 28 janvier 1983,...) ; cependant, aucune loi spécifiquement dédiée n'a été mise en place. Une loi d'orientation sur l'efficacité énergétique a pour but de structurer la mise en œuvre des actions d'efficacité énergétique par la mise en place d'un cadre cohérent qui permet d'atteindre les objectifs chiffrés préalablement définis dans un horizon de temps précis. Ainsi, à l'instar de la loi n°2004-72 du 2 août 2004 relative à la maîtrise de l'énergie telle que modifiée par la loi n° 2009-7 du 9 février 2009 (Tunisie), une loi d'orientation définit entre autres :

- l'efficacité énergétique
- les actions d'efficacité énergétique ;
- les acteurs en charge de la gestion et de la bonne exécution desdites actions ;
- les éléments incitatifs ;
- les sanctions en cas d'infractions.

Cette loi cadre posera ainsi les bases pour le développement d'un véritable marché de la maîtrise de l'énergie au Sénégal et donnera des orientations stratégiques claires et ambitieuses (mais réalistes). Elle devra être enrichie par la suite par une série de textes d'applications (décrets et autres dispositions réglementaires) afin d'être plus efficace et pérenne (e.g. décret sur les conditions d'assujettissement des établissements à l'audit énergétique en Tunisie).

### Inscrire l'obligation de mettre en place une démarche d'économies d'énergies pour l'ensemble des usages professionnels

Les audits énergétiques permettent d'identifier les sources d'économies d'énergie et de proposer des recommandations pour l'amélioration de la performance énergétique des usagers de l'énergie. Selon les pays l'audit énergétique est volontaire ou obligatoire avec parfois des exigences de suivi périodique. Le Sénégal a déjà adopté les audits

énergétiques sur la base du volontariat ou dans le cadre de projets pilotes (ENERBAT) ; cependant, l'outil ne semble pas encore être utilisé au maximum de son potentiel. En effet, dans de nombreux pays les audits énergétiques sont obligatoires et périodiques, et s'imposent aux établissements ou nouveaux projets gros consommateurs d'énergie. Les secteurs les plus ciblés sont l'industrie et la construction ; la Tunisie par exemple a étendu cette réglementation au secteur des transports et envisage d'en faire de même pour les ménages. L'inscription d'une obligation de mise en place d'une démarche d'économies d'énergie peut être directement intégrée dans la loi cadre spécifique à l'efficacité



énergétique ou se faire par un décret d'application. Il s'agit de définir les conditions d'assujettissement à l'audit énergétique, le contenu et la périodicité de l'audit, et de préciser les conditions d'exercice de l'activité d'expert-auditeur. Ainsi en Tunisie, les entreprises industrielles qui consomment plus de 800 Tep/an sont assujetties aux audits obligatoires tous les 5 ans. En vue d'inciter les assujettis et réduire leur dépense initiale, les audits énergétiques sont généralement subventionnés partiellement ou totalement par le biais de mécanismes ad hoc. Il conviendra donc de prendre en compte cette dimension dans la structuration des mécanismes de financement de la maîtrise de l'énergie au Sénégal.

L'orientation stratégique proposée ici est de définir trois (3) niveaux d'obligations : i) le suivi des consommations obligeant tous les professionnels, quel que soit leur secteur, et certaines catégories d'utilisateurs privés (e.g. les abonnés Domestique Grande Puissance de SENELEC) à tenir une comptabilité énergétique et à reporter ces statistiques à l'AEME, ii) la réalisation d'audits énergétiques et périodiques pour certaines catégories professionnelles, et iii) la mise en œuvre des recommandations à impact rapide (Quick wins). La définition des cibles devra se faire au terme d'une analyse détaillée des consommations d'énergie dans tous les secteurs, par exemple au travers d'enquêtes de consommations.

### Inscrire l'obligation de performance énergétique pour les opérateurs du secteur de l'énergie

Les obligations d'efficacité énergétique constituent un des mécanismes modernes pour favoriser la réduction des consommations d'énergie. L'un des dispositifs majeurs en termes d'obligations d'efficacité énergétique est le Certificat d'Economie d'Energie (CEE). Il s'agit d'imposer aux

fournisseurs d'énergie, les « obligés » (électricité, gaz, carburants...), la réalisation d'économies d'énergie sur une période pluriannuelle. Ces économies à réaliser sont calculées sur la base du poids de l'obligé dans les ventes nationales d'énergie. Cet instrument permet de promouvoir indirectement l'efficacité énergétique auprès des clients (ménages, entreprises, collectivités locales...). La liberté est laissée aux obligés de mettre en œuvre les actions qu'ils jugent nécessaires pour atteindre les résultats fixés. Ainsi, en France, les obligés peuvent obtenir des certificats selon 3 modèles différents :

- l'assistance technique et/ou financière de la réalisation de travaux d'économie d'énergie par des tiers ou le financement de programmes agréés ;
- la réalisation d'opérations d'économie d'énergie en interne ;
- l'achat de certificats.

Les actions d'économies d'énergie à réaliser ne sont pas liées à l'énergie vendue par l'obligé et peuvent porter sur n'importe quelle énergie, dans n'importe quel secteur d'activité. En cas de non-respect de l'obligation à la fin de la période, les obligés reversent une pénalité, en fonction des kWh (ou Tep) cumulés manquants. Il s'agit ici d'utiliser cette initiative en combinaison avec l'obligation d'entreprendre une démarche de maîtrise de l'énergie pour certaines catégories de consommateurs. Par exemple, les obligés pourraient être encouragés à prioritairement promouvoir la maîtrise de l'énergie dans les ménages et chez les petits professionnels. Une telle disposition élargirait la base de cibles pour les démarches d'audits énergétiques favorisant ainsi un plus large impact des mesures d'économies d'énergie.

### Instaurer un système obligatoire de labellisation des biens et services

La plupart des consommateurs acquiert des équipements sans nécessairement avoir conscience des performances énergétiques des différentes options qui s'offrent à eux ; se retrouvant parfois avec des équipements très énergivores à l'exploitation. Le système de labellisation (ou d'étiquetage) des équipements est une disposition qui vise à faciliter l'information des consommateurs et permet d'agir ainsi sur leurs critères de sélection, en encourageant l'achat d'appareils économes en énergie. Plusieurs pays ont mis en place des programmes d'étiquetage des appareils électriques avec des cibles très divers (réfrigérateurs, climatiseurs, lave-linge, TV, ordinateurs, moteurs électriques...). Ces dispositifs peuvent être mis en place sur la base du volontariat (e.g. Ecolabel en UE et Energy Star aux USA) ou de l'obligation (étiquetage en UE de G à A+++). La définition des équipements cibles de cette mesure au Sénégal devra faire l'objet d'une analyse détaillée et s'aligner avec les orientations de la politique d'efficacité énergétique de la CEDEAO et/ou de l'UEMOA sur cette question ; cependant, le bilan énergétique établi dans le cadre de l'étude prospective permet d'identifier des usages prioritaires tels que les appareils de production de froid, l'éclairage, les moteurs électriques, les équipements électroniques de loisir et la climatisation. En marge de l'électricité, cette disposition devrait s'appliquer également sur les voitures et sur les foyers de combustion<sup>60</sup>. Au-delà de la labellisation des biens, disposition classiquement observée à travers le monde, cette orientation stratégique propose que le Sénégal l'applique également aux services. Il s'agit alors de définir pour certaines activités de services l'empreinte énergétique (système de quantification à définir) qui serait intégrée dans les procédures d'appels d'offre (a minima dans les marché public).

### Imposer des performances énergétiques minimales pour les équipements électriques

Cette initiative est souvent la base d'une réglementation efficace et va de pair avec l'étiquetage afin d'avoir un effet maximum sur le marché. Elle permet de retirer du marché<sup>61</sup> les appareils les moins efficaces sur le plan énergétique (les importations peuvent y également être assujetties). Il s'agit pour les Autorités de définir des niveaux de performance énergétique minimale pour diverses catégories d'appareils électriques, et parfois de bâtiments. Ces performances sont usuellement appelées MEPS (Minimum Energy Performance Standard). A l'image de l'étiquetage cette initiative requiert des discussions avec les différentes parties prenantes et notamment une forte collaboration avec l'association sénégalaise de normalisation et les experts en efficacité énergétique.

<sup>60</sup> Le PERACOD travaille sur ce sujet

<sup>61</sup> Des produits neufs

### Mettre en place un dispositif progressif d'interdiction des foyers de combustion inefficaces : « 100% de foyers efficaces en 2030 »

Les combustibles représentent le premier poste de consommation finale d'énergie au Sénégal ; tandis que le charbon et le bois représentent les premiers sources d'énergie utilisées dans le sous-secteur des combustibles. Ce sous-secteur est essentiellement caractérisé par une large prédominance des foyers inefficaces aussi bien pour la combustion du bois que du charbon de bois. Cette initiative vise à mettre en place un dispositif de renouvellement progressif de

l'ensemble des foyers traditionnels inefficaces par des foyers améliorés. Pour cela, il conviendra d'élaborer un décret spécifique qui définira les conditions de déploiement de cette mesure. Il est à noter que la mise en place d'une telle mesure impose un certain nombre de préalables tels la création d'un écosystème de production des foyers améliorés avec l'organisation des fabricants ainsi que la mise en place de dispositifs de formation, de financements, de promotion et de commercialisation.

### Mettre en place une réglementation thermique pour le bâtiment

Les bâtiments sont des infrastructures à longue durée de vie et représentent près d'un tiers de la consommation énergétique mondiale, voire plus dans les villes africaines à travers l'impact qu'ils ont sur les besoins de climatisation notamment pour les pays sahélo-tropicaux comme le Sénégal. Agir sur la performance énergétique des bâtiments consiste à

promouvoir une architecture et des dispositions constructives (choix de matériaux, orientations, ouvertures,...) qui favorisent la luminosité naturelle et l'isolation thermique. Des bâtiments énergétiquement efficaces permettent donc de réduire la consommation d'énergie en agissant sur la cyclicité de la demande en énergie liée aux conditions climatiques. C'est en ce sens que la réglementation thermique est un outil de choix pour promouvoir la maîtrise de l'énergie. Plusieurs Etats ont mis en place une réglementation pour les bâtiments neufs et anciens (en rénovation), en prônant notamment les actions d'isolation thermique. La réglementation thermique conjugue les labels des bâtiments selon les niveaux de consommations et définit les exigences de consommation minimale pour chaque label (équivalents au MEPS). Toutes les catégories de bâtiments sont visés par ces mesures, que ce soient des logements (France), des bâtiments commerciaux (Etats-Unis) ou des bâtiments administratifs (Tunisie). La réglementation sur l'efficacité énergétique des bâtiments peut prendre diverses formes. En Tunisie, une décision présidentielle a imposé l'utilisation d'appareils efficaces dans les bâtiments administratifs tels que le chauffe-eau solaire. L'Ethiopie a, quant à elle, élaboré un code pour les bâtiments qui incorpore l'efficacité énergétique. Le Sénégal a entamé des travaux sur cette problématique et a une longue expérience dans les initiatives dédiées à l'efficacité énergétique dans le bâtiment (projets ENERBAT par le passé, et projet PNEEB en cours). Le Programme National d'Efficacité Energétique dans le bâtiment travaille sur cette problématique ; et, il conviendrait d'impliquer l'AEME dans ce projet en vue de l'élaboration d'une réglementation partagée et appropriée.

### Evaluer la réglementation dans le secteur des transports

Le Transport représente le principal poste de consommation finale des hydrocarbures au Sénégal ; le transport routier constituant le premier mode de transport dans ce secteur. Le Sénégal est caractérisé par un parc vétuste avec une très forte pénétration de véhicules importés, souvent vétustes. Moins fréquentes que les normes sur les appareils électriques et les bâtiments, les mesures réglementaires sur la performance énergétique des véhicules visent l'utilisation de véhicules efficaces et propres. L'objectif est d'inciter ou obliger les populations à acheter des véhicules moins consommateurs d'énergie pour réduire à terme la demande d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre. En France, les pouvoirs publics sont tenus de montrer l'exemple. En effet, la loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE) impose à certains opérateurs publics, l'achat de véhicules « propres », c'est-à-dire fonctionnant à l'énergie électrique, au gaz de pétrole liquéfié ou au gaz naturel, pour le renouvellement de leur parc automobile, à hauteur de 20%. Ainsi entre 2011 et 2013, l'administration française a éliminé de son parc automobile, plus de 15.000 voitures particulières âgées de plus de 7 ans. Les mesures réglementaires pour des véhicules performants peuvent prendre la forme d'interdiction d'importation de véhicules d'un certain âge (plus de 3 ou 5 ans selon les pays), de normes d'émissions de CO<sub>2</sub> pour les véhicules ou encore d'incitations fiscales telles le bonus-malus automobile en France (prime/pénalité à l'achat de véhicules les moins/plus émetteurs de CO<sub>2</sub>). Il est à noter qu'au-delà de la question énergétique, il faudra tenir compte de l'impact environnemental, notamment des émissions de particules fines, dans les dispositions réglementaires. Le Sénégal pourrait également innover dans ce domaine en instaurant une obligation de sortie du parc au-delà d'une certaine limite d'âge en fonction des performances énergétiques, environnementales et sécuritaires ; cela conduirait naturellement à un renouvellement permanent du parc qui éviterait la situation actuelle. Il convient ici d'indiquer que la mesure qui a consisté à rehausser la limite d'âge pour l'importation des véhicules (passage de 5 à 8 ans) n'est pas favorable à l'efficacité énergétique et devrait être revue à la baisse pour s'aligner sur les standards internationaux.

## 2. Développer les dispositions économiques et financières

### Mettre en place un dispositif de subventions des audits et investissements pour les projets d'efficacité énergétique

Les subventions sont un des dispositifs de financement de l'efficacité énergétique les plus répandus à travers le monde. Ils sont destinés à faciliter l'initiation des projets de maîtrise de l'énergie pour les professionnels, le plus souvent, et les particuliers, dans une moindre mesure. Il s'agit d'offrir des avantages financiers directs pour les audits et les investissements subséquents. Il est courant de voir des subventions pouvant aller jusqu'à 80% du coût de l'audit et 30% des investissements subséquents. Ces aides sont plafonnées et soumises à divers critères

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

d'éligibilité. Le Sénégal dispose déjà d'une très bonne expérience dans ce domaine avec le dispositif mis en place au niveau du bureau de mise à niveau. Il s'agira donc d'étudier la possibilité d'un élargissement de cette mesure et d'étudier les possibilités de mobilisation de ressources pour alimenter ces ressources. Les subventions constituent également une bonne voie pour démontrer la volonté et l'engagement des Autorités à promouvoir la maîtrise de l'énergie. Il conviendra de veiller à la durabilité des subventions et aux effets pervers des mécanismes mal dimensionnés (e.g. surpression fiscale).

### Structurer et encourager l'utilisation des mécanismes de financements verts

La mobilisation des ressources constituent une des principales difficultés dans la mise en place de dispositions de financement adaptées. Les mécanismes de financement verts sont relatifs à des mécanismes tels que les mécanismes de

développement propre (MDP), les certificats d'économie d'énergie et les fonds verts (e.g. le Green Climate Fund dont les ressources sont gérées au Sénégal par la Cellule de Suivi Ecologique). Le MDP a été instauré par le Protocole de Kyoto en décembre 1997, il permet à un opérateur économique d'un pays industrialisé d'acheter des "réductions d'émissions" réalisées dans le cadre d'un projet auprès d'un opérateur économique d'un pays en développement, selon un processus défini qui demande un accompagnement. Le Sénégal a une expérience dans ces projets notamment avec le ministère de l'environnement qui a accompagné les projets industriels de la CSS et de la SOCOCIM mais également des projets de diffusion de foyers améliorés. Il conviendra de tirer parti de cette expérience.

Le dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE) mis en œuvre en France, instaure une obligation de réalisation d'économies d'énergie aux vendeurs d'énergie, appelés les «obligés » (électricité, gaz, chaleur et froid, fioul domestique, carburants pour automobiles). Ceux-ci sont ainsi incités à promouvoir activement l'efficacité énergétique auprès de leurs clients : ménages, collectivités territoriales ou professionnels. La mise en œuvre d'obligation d'efficacité énergétique préconisée dans les dispositions réglementaires permettra de développer ce genre de mécanisme de financement au Sénégal.

### Créer un dispositif de garantie des investissements liés à l'efficacité énergétique

Les dispositifs de garantie ne sont pas des mécanismes de financement à proprement parler mais ils contribuent très efficacement à la mobilisation des ressources de financement. A ce jour il n'existe aucun mécanisme de garantie dédié aux projets d'efficacité énergétique au

Sénégal. Cependant, les Autorités ont récemment montré, avec la création du FONGIP, leur volonté d'accompagner le financement des entreprises. Il serait opportun d'étudier la possibilité de développer une ligne de garantie verte domiciliée au FONGIP. Dans le même registre l'Etat pourrait avoir recours à des dettes souveraines pour supporter une ligne de garantie dédiée au financement des projets d'efficacité énergétique.

### Mettre en place des incitations fiscales

En dehors des subventions, les incitations fiscales constituent le second principal levier d'action pour financer l'efficacité énergétique. Ces incitations consisteront à accorder des avantages sur la TVA, les

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

droits de douanes, l'imposition (crédits d'impôt à l'investissement) ou à surtaxer les produits inefficaces (écotaxe). Dans les différents pays où ces mesures sont appliquées, elles sont destinées aussi bien aux ménages qu'aux professionnels. D'autres mécanismes tels que l'amortissement accéléré ou l'exonération de diverses taxes devront également être explorés. La mise en place de tels mécanismes requièrent des études détaillées de dimensionnement compte tenu de leurs impacts potentiels sur l'équilibre des finances publiques. Par ailleurs, ces mécanismes par la création d'emplois qu'ils favorisent à travers l'activité du secteur de l'efficacité énergétique, par la réduction de la facture énergétique et du poids de la subvention de certaines formes d'énergie, génèrent un certain nombre de bénéfices externes qu'il conviendra de mettre en balance avec les impacts évoqués supra. Dans le sous-secteur de l'électricité, des incitations fiscales sont justifiables voire légitimes, car les investissements dans des technologies sobres permettent de réduire la consommation électrique, dont le prix est actuellement significativement « subventionné ».

### Développer des mécanismes de financement innovants

Le financement de l'efficacité énergétique est caractérisé par l'innovation dans les mécanismes mis en œuvre. De nombreuses expériences existent à travers le monde. L'un des mécanismes

de financement les plus récents qui est de plus en plus promu est le tiers-investissement. Ce mécanisme s'appuie essentiellement sur ce qu'on appelle les ESCO qui sont des sociétés de services énergétiques qui proposent des projets clefs en main incluant le financement. Divers modèles existent dans différents pays, l'expérience de la Tunisie en la matière semble être adaptée au Sénégal. Il conviendrait donc d'étudier en détail ce modèle probablement plus adapté aux conditions socio-économiques du Sénégal, comparé aux modèles développés dans les pays occidentaux. Un autre mécanisme de tiers-investissement auquel le Sénégal pourrait faire appel est la finance participative ; il s'agit de faire appel aux populations sénégalaises à travers des contributions relativement faibles qui permettraient de mobiliser de grandes ressources. Un tel mécanisme a le mérite de démontrer la volonté du Sénégal à prendre en charge le financement des projets d'efficacité énergétique, mais également de réduire la dépendance vis-à-vis des dispositifs de financement extérieurs, devenant ainsi un moteur du déploiement de la stratégie. Ces mécanismes permettront de prendre en charge et de promouvoir les grands projets d'efficacité énergétiques.

### Créer un fond dédié à l'efficacité énergétique

Les projets d'efficacité énergétique au Sénégal mobilisent de nombreuses ressources qui sont encore gérées de manière éparse au niveau des différentes institutions développeurs de projets de maîtrise de

l'énergie ou de banques dans le cadre des lignes de crédits (e.g. AFD avec la Société Générale). Cette diversité bien que bénéfique à certains égards (démultiplication de la capacité de mobilisation des fonds), peut entraîner des déperditions de ressources du fait du manque de coordination des différentes actions. La mise en place d'un fond principal dédié à la maîtrise de l'énergie permettra d'optimiser les efforts et de limiter la redondance des institutions impliquées dans le financement de l'efficacité énergétique avec des conditions très variées. Ce fonds pourrait être abondé par les dispositifs de financement internationaux dédiés (fonds verts, finance-carbone, lignes de crédits négociées avec les partenaires au développement, récupération d'une partie de la subvention du coût de



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

l'électricité qui n'encourage pas à la maîtrise de l'énergie,...). Le fonds de maîtrise de l'énergie, à l'exemple du FNME en Tunisie, fournira des financements pérennes pour promouvoir la maîtrise de l'énergie. Le principal défi pour la mise en place de ce fond sera la structuration de son schéma de financement à travers les différentes orientations stratégiques définies plus hauts.

### Stimuler la mobilisation des ressources pour le financement de l'efficacité énergétique

Les sources de financement de l'efficacité énergétique sont très variées ; en effet, les ressources peuvent être mobilisées à différents niveaux : i) les institutions financières internationales (SFI, BEI,...), régionales (BAD, BOAD, BIDC,...) et locales (BNDE, FONSI, BHS, banques privées bénéficiant engagées avec l'AFD), ii) les fonds d'investissement spécialisés dans l'efficacité énergétique et, iii) les organismes de coopération internationale (KfW/GIZ, AFD,...) ou les organisations non gouvernementales, telles que ENDA Energie. Cette initiative consiste à mettre en place une cellule de veille en charge de recueillir les conditions de mobilisation des différentes sources de financement et de préparer les dossiers de requête en s'appuyant sur des études dédiées le cas échéant. Cette cellule devrait se trouver au sein de l'AEME, ou, le cas échéant de sa création, au sein du fond dédié à la maîtrise de l'énergie.

## 3. Faciliter la mise en œuvre de la stratégie de maîtrise de l'énergie

### Renforcer la position institutionnelle et les moyens mis à la disposition de l'AEME

La définition des orientations stratégiques pour le développement de la maîtrise de l'énergie impliquera un repositionnement de l'AEME et une évolution de ses missions. L'AEME doit être mise à niveau et positionnée comme la principale structure de pilotage de la maîtrise de l'énergie au Sénégal. Ce renforcement institutionnel est fondamental pour permettre à l'agence de disposer du pouvoir d'impulsion nécessaire à la réussite de la stratégie. Cela passera par la mise en place d'une stratégie de renforcement des connaissances et compétences des principaux acteurs qui vont porter la stratégie de maîtrise de l'énergie, à travers des formations ad hoc.

### Mettre en place un système d'assurance qualité des professionnels de l'efficacité énergétique

Afin de garantir la qualité et la maîtrise des fondamentaux des métiers liés à la maîtrise de l'énergie, il faut mettre en place un système qui permettra d'évaluer la compétence et la capacité technique des professionnels de l'efficacité énergétique (experts, bureaux d'études, ESCO, distributeurs d'équipements à sensibiliser,...) à prendre en charge les différentes activités développées dans le cadre des projets qu'ils conduisent (audits, études de faisabilité, analyses économiques et financières, mesures et vérifications,...) et à les réaliser conformément à des référentiels définis (e.g. guide national pour les audits énergétiques ou



autre référentiel réglementairement défini). Cela passe par des habilitations ou des certifications. L'habilitation<sup>62</sup> permet de déclarer l'aptitude des organismes et personnes habilités à mener des projets de maîtrise de l'énergie conformément à la réglementation ; la certification quant à elle est, selon l'AFNOR, une activité par laquelle un organisme reconnu, indépendant des parties en cause, donne une assurance écrite qu'une organisation, un processus, un service, un produit ou des compétences professionnelles sont conformes à des exigences spécifiées dans un référentiel. L'opportunité de mettre en place l'un ou l'autre des deux systèmes sera appréciée par les Autorités en charge de la politique de l'efficacité énergétique au Sénégal. Dans tous les cas, l'évaluation de la capacité sera réalisée à travers des tests de connaissances théoriques et pratiques (sur le terrain) du référentiel. Parmi les systèmes de certification les plus connus dans le domaine de l'efficacité énergétique, on peut citer : i) la certification ICA Energie de l'AFNOR selon la norme ISO 50001, la certification CMVP de l'EVO. Aussi bien la certification que l'habilitation seront renouvelées périodiquement (des périodes de 2 à 3 ans sont souvent appliquées).

### Mettre en place de Guides et de Procédures dédiés à l'efficacité énergétique

Afin d'harmoniser les pratiques, cette initiative vise à élaborer des guides professionnels et des procédures destinés à aider les experts et cabinets spécialisés dans l'efficacité énergétique dans l'exercice de leurs métiers. Ces guides

peuvent porter sur la réalisation de l'audit ou l'élaboration des plans de mesure et de vérification. Les guides relatifs à la réalisation de l'audit portent sur la préparation, les questionnaires d'audit, la visite des sites, les équipements de mesures, les paramètres à mesurer, les durées des campagnes de mesures, la relève des informations... Les guides destinés à l'élaboration des plans de mesures et de vérification permettent de définir les conditions et protocoles à respecter pour évaluer l'impact des actions de conservation de l'énergie. L'application de ces guides peut être rendue obligatoire par la réglementation ; dans ce cas il serait pertinent de mettre en place un organisme de certification/habilitation pour vérifier la capacité des acteurs. Il existe plusieurs exemples de guides pour les audits énergétiques dans les différents pays engagés ; ils peuvent être généraux ou spécifiques à un secteur (e.g. les guides du GIMELEC en France sur le bâtiment et l'industrie)<sup>63</sup>. Par contre, pour la mesure et la vérification le Protocole International de Mesure et de Vérification (PIMVP, ou IPMVP en anglais) de l'association EVO semble se positionner comme le référentiel international en la matière. L'AEME doit œuvrer à la mise en place de ces référentiels.

<sup>62</sup> L'AEME, le PERACOD et le Bureau de mise à niveau travaillent à la mise en place de procédures d'habilitation.

<sup>63</sup> L'AEME, le PERACOD et le Bureau de mise à niveau travaillent à la mise en place de ces guides.

### Introduire une formation spécifique destinée à l'efficacité énergétique dans les programmes d'enseignement

Le développement de la maîtrise de l'énergie exige la disponibilité de ressources humaines de qualité et en nombre suffisant ; en effet, l'efficacité énergétique est un domaine d'activité transversal qui fait appel à plusieurs connaissances fondamentales dans diverses disciplines (électricité, électromécanique, thermique, froid, matériaux, économie et finance appliquées, gestion de projet, droit privé,...). Pour ce faire, l'intégration dans l'enseignement supérieur s'avère être une solution de choix. Il s'agit de développer des programmes d'enseignement spécifiquement dédiés à l'efficacité énergétique (NB : la GIZ travaille sur cette disposition). Ces programmes visent donc à élaborer un cursus spécifique qui permet d'acquérir les différentes connaissances et développer la capacité à les intégrer les unes avec les autres. Dans des pays tels que le Kenya, l'Egypte ou certains pays de l'AIE, on note plusieurs formes d'intégration de l'efficacité énergétique dans le système d'enseignement : i) intégration dans la formation de 3<sup>ème</sup> cycle à travers des sujets de thèses portant sur l'efficacité énergétique, et ii) élaboration de Master spécialisés dans l'efficacité énergétique. Le choix d'une option pour le Sénégal devra se faire en accord avec les spécialités de l'enseignement supérieur ainsi que les écoles d'ingénieurs et universités dont il conviendra d'évaluer la charge au préalable.

### Organiser le contrôle systématique des produits et services destinés au marché de l'efficacité énergétique

La mise en place d'une réglementation sur la performance énergétique des équipements électriques ou des véhicules ou des foyers de combustion ne saurait être efficace sans la mise en place et l'animation d'un dispositif de contrôle de la conformité des produits et services. Ce contrôle doit être pris en charge par des laboratoires spécialisés dans l'évaluation de la performance énergétique des équipements et biens faisant l'objet d'une réglementation en matière de performance énergétique minimale. Ces laboratoires doivent être agréés par une des institutions en charge de l'efficacité énergétique (e.g. l'agence de maîtrise de l'énergie ou le ministère de l'énergie). Ils peuvent être des structures spécialisées comme les bureaux de contrôle ou être rattachés à des laboratoires de recherche universitaire, spécialisés dans le domaine de l'énergie. Une des principales contraintes pour un tel dispositif est la disponibilité et la capacité d'équipements spécifiques pour ces tests (bancs de test). Le contrôle doit aboutir à l'établissement d'un certificat de conformité ; en cas de non-conformité des sanctions exemplaires et dissuasives doivent être appliquées en cas de non-respect des dispositions réglementaires. A titre d'exemple, en Tunisie la prise en compte des dispositions relatives à la réglementation thermique dans le bâtiment est vérifiée à travers les permis de construire. Les sanctions peuvent prendre plusieurs formes (réduction de budget dans l'administration publique, pénalités financières pour les usagers obligés de réaliser des économies d'énergie,...).

### Mettre en place un Système d'Information (SI) dédié à l'EE pour un suivi centralisé des projets et initiatives de maîtrise de l'énergie

Les initiatives pour la maîtrise de l'énergie au Sénégal sont nombreuses et portées par divers entités de taille variée ; cela génère trois principales difficultés : i) le risque de redondances voire de contradictions des initiatives dédiées à l'efficacité énergétique, ii) l'absence de visibilité sur l'impact généré par les projets engagés, et iii) le risque d'inefficience de l'utilisation des ressources dédiées à la maîtrise de l'énergie. Cette insuffisance du contrôle et du suivi-évaluation des programmes et projets d'efficacité énergétique peut être levée par la mise en place d'un système d'information permettant de suivre en permanence les réalisations du programme d'efficacité énergétique (SIE) conformément aux objectifs définis dans le cadre de la stratégie des pays. Ce système permet de suivre les réalisations dans les différents et pour les différents usages. Il permet de mesurer en permanence la distance entre les prévisions (par exemple celles issues du présent plan stratégique) et les réalisations en termes d'énergie économisée, d'investissements engagés, d'économies monétaires et d'impact environnemental des projets. Il pourrait également être mis à profit pour recueillir le retour d'expérience sur les différents types de projets d'efficacité énergétique en termes de durée de mise en œuvre, de difficultés, de solutions spécifiques... Par ailleurs, le système permettra d'établir et de diffuser, de manière périodique, des rapports d'avancement sur les réalisations en matière de maîtrise de l'énergie. Plusieurs exemples de SIE sont disponibles dans le monde on peut citer les systèmes européens Odyssee et MURE, le système d'information de l'AIE (INDEEP, inactif).

### Encourager la création d'une ESCO pilote

L'utilité des ESCO comme outil innovant de financement des projets de maîtrise de l'énergie a déjà été présentée dans les orientations stratégiques destinées à faciliter le financement. Cependant, aucune ESCO n'existe au Sénégal et même dans toute la sous-région. Bien que certaines structures aient l'ambition de se positionner comme des ESCO, leur mise en place et leur développement requièrent la levée d'un certain nombre de préalables (ressources humaines de qualité et en quantité suffisantes, capacité de prise en charge de grands projets, capacité financière,...). Ces préalables ne peuvent être levés que par le développement d'une expérience suffisante acquise dans le temps ou par un engagement de l'Etat à soutenir le développement de ces entreprises. C'est dans cette perspective que l'aide des pouvoirs publics à la mise en place d'une première ESCO comme cela a été fait au Kenya, peut constituer une très bonne initiative pilote pour expérimenter et créer les conditions de développement de ces structures. Il existe un vivier d'experts et des entreprises qui ambitionnent de mettre en place ces ESCO. L'appui de l'Etat peut prendre diverses formes en commençant par la prise de participation mais également par l'instauration d'une priorité à ces cabinets sur les marchés publics, l'obligation d'associer

ces structures dans tout projet de maîtrise de l'énergie réalisé par un cabinet étranger (pour assurer le transfert de compétences).

### Accompagner le développement des compétences des acteurs

Le renforcement des capacités est une disposition générale destinée à développer les connaissances de toutes les parties prenantes aux projets d'efficacité énergétique. Ces capacités peuvent être relatives aux mécanismes de financement, à l'évaluation des études techniques, aux mécanismes de garanties et d'assurances, au montage des projets, ainsi qu'à des compétences techniques spécifiques comme le dimensionnement de systèmes de production de froid, de climatisation, de compression d'air ou de chauffage... Cette initiative s'adresse aussi bien au secteur public (administration en charge de l'efficacité énergétique) qu'au secteur privé (institutions financières et prudentielles, experts et cabinets spécialistes de l'efficacité énergétique). A titre d'exemple on peut citer la formation sur les entreprises de services écoénergétiques de l'UEMOA en 2013 qui avait pour but de mettre en capacité trois (3) cabinets dans chaque pays de l'Union. La formation technique porte sur les modalités et méthodologies pour réaliser les audits énergétiques ou les études de faisabilité sur divers sujets tels que le dimensionnement de systèmes énergétiques plus ou moins complexes (solaire, éolien, co-générateur) ou de systèmes de récupération de chaleur. Il s'agit de véritables sessions de formations détaillées, souvent accompagnées d'une mise en situation pratique ou théorique. Le Sénégal a une certaine expérience dans ce domaine et il conviendrait de capitaliser sur les formations déjà organisées au Sénégal (BMN, ONUDI, PNUD, IEPF, ENERBAT,...).

### Faciliter l'accès aux équipements des professionnels de l'efficacité énergétique

L'une des principales difficultés mises en avant par les professionnels de l'efficacité énergétique concerne l'accès aux équipements de mesures requis par le métier, notamment dans le cadre des audits. En effet, ces équipements constituent un investissement significatif lorsqu'on souhaite s'équiper au niveau minimum requis. Cette disposition vise donc à « lever » cette barrière pour faciliter l'émergence d'une expertise qualifiée et outillée. Le Ghana et l'Egypte ont mis en place un dispositif itinérant (van ou bus, figure 69) disposant de tous les équipements pour faciliter les audits énergétiques. Il s'agit donc pour l'AEME d'acquérir un véhicule, de l'aménager et de le doter de toutes les ressources nécessaires à la bonne conduite d'un audit énergétique (équipements de mesures, équipements bureautiques et assistant-conseil) ; ce dispositif pourra être géré par le service d'information-conseil de l'AEME. Par ailleurs, cette initiative pourrait dans une certaine mesure constituer une ressource de financement pour l'AEME par la mise en place d'un service de location.

Figure 69 : Exemple du Energy Van Service pour PME au Ghana



### Renforcer la sensibilisation par la mise en place d'un portail d'information dédié à l'efficacité énergétique

L'efficacité énergétique au Sénégal souffre d'un très grand déficit de communication qui a pour conséquence un très faible niveau de conscience de l'intérêt des projets de maîtrise de l'énergie. Cette initiative a pour objectif de promouvoir l'efficacité énergétique auprès des utilisateurs finaux de l'énergie, des acteurs économiques (y compris les importateurs et distributeurs d'équipements) et des gouvernants pour accroître la prise de conscience des bénéfices économiques et écologiques offerts par les projets de maîtrise de l'énergie. Cette action passe par des campagnes de communication et d'information soutenues à destination des différents acteurs. La communication et la promotion devront porter sur des explications illustrées des mesures d'économies d'énergie ainsi que les mécanismes et dispositifs de financement associés. Par ailleurs, il s'agira d'accroître la visibilité qui sera la principale entité en charge de cette initiative. Pour ce faire, plusieurs canaux peuvent être utilisés pour diffuser l'information : élaboration de plaquettes, publicité ou courts-métrages ludiques dans les médias, mass communication via les réseaux sociaux, campagnes de proximité, introduction dans les programmes scolaires, etc.

## 4. Evaluation des actions d'économies d'énergie ciblées

La réalisation des objectifs (accroître la compétitivité des entreprises, promouvoir la consommation rationnelle des énergies, réduire les dépenses énergétiques de l'Etat, améliorer le pouvoir d'achat des ménages et réduire l'empreinte écologique du Sénégal) de la maîtrise de l'énergie passera par la promotion d'un certain nombre d'actions dont la mise en œuvre permettra de produire les économies d'énergie visées. Dans cette section, ces actions sont évaluées en termes de gains d'énergies, de contribution à la pointe, de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, d'investissements et d'économies monétaires, dans les trois (3) sous-

secteurs étudiés. Avant de les détailler ci-après, il convient de présenter la méthodologie et les hypothèses qui les sous-tendent.

#### 4.1. Méthodologie et Hypothèses de calcul des économies d'énergie

Etant données les différences d'approche de projection des consommations finales et de données disponibles dans les différents sous-secteurs, différentes méthodologies et hypothèses ont été mises en œuvre.

**Nota :** Toute l'énergie évoquée dans les calculs relatifs aux économies fait référence aux consommations finales.

##### Sous-secteur de l'électricité

##### Calculs Energétiques

L'étude prospective a permis de déterminer l'évolution des consommations finales d'énergie électrique à l'horizon 2030, en tenant compte de l'évolution des différentes catégories d'utilisateurs types retenus, en termes de population et de taux d'équipement. Les actions proposées dans le sous-secteur de l'électricité consistent en trois (3) principales catégories : i) le renouvellement progressif des appareils électriques entrant sur le marché par des équipements de haute performance énergétique, ii) la sensibilisation des usagers aux comportements éco-citoyens pour chaque usage type, et iii) l'amélioration de la performance énergétique de l'enveloppe des bâtiments. Pour chaque action il convient de connaître la consommation de référence (Scénario Business As Usual) et le potentiel d'économie d'énergie, pour en déduire la consommation résiduelle après mise en œuvre de l'action (Scénario MDE ou Sénégal Bleu).

On pose :

- $C_{Ref, Eq}$  : la consommation de référence pour un équipement de l'usage étudié.
- $C_{Ref, Tot}$  : la consommation totale de référence de l'usage étudié.
- $P$  : le potentiel d'économie d'énergie d'une action de maîtrise de l'énergie donnée.
- $N_{Eq}$  : le nombre d'équipements associé de l'usage étudié.
- $T_x$  : le taux de diffusion de l'action de maîtrise de l'énergie étudiée.

On rappelle que  $C_{Ref, Ind}$ ,  $C_{Ref, Tot}$ , et  $N_{Eq}$  sont donnés pour chaque année, jusqu'à 2030, par les résultats de l'étude prospective.

Le potentiel d'économie d'énergie  $P$  est un pourcentage issu soit d'un calcul théorique soit de données expérimentales communément admises. L'origine du potentiel retenu dans les calculs sera précisée dans la description spécifique de chaque action.

Le taux diffusion quant à lui est un pourcentage qui exprime la cinétique de pénétration d'une mesure dans le temps. En effet, aucune mesure ne peut, dès sa mise en œuvre, impacter 100% des consommateurs d'énergie. Le taux est caractérisé par un profil et un horizon de maturité (année à laquelle il atteint 100%). Nous avons défini deux profils types de diffusion : i) linéaire et ii) non-linéaire avec la forme d'une pseudo-sigmoïde. Le profil linéaire traduit des mesures à l'effet « rapide et continu », tandis que le profil non-linéaire permet de prendre en compte l'existence d'une incubation avant le développement d'une



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

action. Le profil et l'horizon de maturité retenus pour chaque usage seront précisés dans la description des actions d'économies d'énergie.

Compte tenu des relations entre les différents paramètres ci-dessus, on démontre que l'économie d'énergie (G), se calcule comme suit :

$$G = C_{Ref, Tot} * Tx * P$$

Il convient de noter que lorsque plusieurs mesures d'économies sont appliquées au même usage, la consommation de référence est calculée par itération en tenant compte à chaque nouveau calcul des gains générés par les actions précédentes. Cela permet d'éviter les comptages multiples qui conduisent à surestimer les gains réalisés.

### Calculs Economiques

Les calculs économiques recouvrent deux volets : l'évaluation des besoins d'investissements dans l'efficacité énergétique et celle de la valeur monétaire des économies d'énergie associées. Pour les actions d'économies d'énergie étudiées dans le cadre du sous-secteur de l'électricité, les investissements sont constitués de deux parties : i) une partie matérielle qui recouvre l'ensemble des dépenses destinées à acquérir les équipements, et ii) une partie immatérielle qui couvre, le cas échéant, les frais d'études et d'installation.

L'investissement matériel est déterminé par la différence entre les prix des équipements énergétiquement efficaces et ceux des équipements classiques moins performants. Il est donc considéré que l'investissement matériel lié à l'efficacité énergétique est équivalent au surcoût appliqué aux équipements. Les prix utilisés ont été obtenus par le croisement de diverses sources d'information et sont présentés annexe 7.

L'investissement immatériel lorsqu'il s'applique sera détaillé dans la description des actions d'économies d'énergie.

Par ailleurs, l'investissement matériel est considéré comme étant pris en charge par les utilisateurs finaux de l'énergie. Nous avons ainsi fait l'hypothèse que les acquisitions se feraient par le biais de prêts, sur des durées de 5 ans, au taux annuel effectif global de 8%. En faisant, l'hypothèse d'un amortissement linéaire, cela revient à payer des intérêts équivalents à 3 fois le taux annuel appliqué (soit 24%) au capital initial de l'emprunt.

Enfin la TVA a été prise en compte dans l'investissement global pour les clients particuliers qui y sont soumis et n'ont pas, contrairement aux professionnels, la possibilité de la récupérer.

La valeur monétaire des gains est le produit du prix moyen du kWh électrique par les gains en énergie précédemment calculés. Le prix moyen du kWh retenu a été calculé à partir des statistiques fournies par SENELEC, en tenant compte des ventes d'énergie (kWh) et du chiffre d'affaires (FCFA) pour les différentes catégories de clients (BT, MT et HT). A noter que les chiffres d'affaires des différentes catégories ont été corrigés à la hausse de la subvention de l'Etat qui s'est élevée ces 3 dernières années à 100 Milliards de FCFA en moyenne. La répartition de cette subvention entre les différentes catégories de clients a été pondérée par l'énergie vendue pour chacune d'entre elles. Cela conduit à un prix moyen du kWh de 155 FCFA hors subvention.



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Il faut également noter que l'investissement génère un amortissement (fonction de la durée de vie technique des équipements) et une réduction d'impôt (au taux d'imposition des bénéfices de 30%) qui constituent des ressources supplémentaires dont il faut tenir compte dans la valorisation monétaire des gains. Ces deux composantes ne sont prises en compte que pour les clients professionnels.

**Nota :** Les investissements présentés dans les tableaux de synthèse correspondent au cumul sur la période de l'étude 2015 à 2030.

### Estimation de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

Connaissant l'économie d'énergie en kWh ou Tep, on en déduit la quantité de CO<sub>2</sub> équivalent en Tonne. Pour l'électricité ce contenu dépend du mix énergétique utilisé pour sa production ; au Sénégal, 1 kWh électrique produit 636,9345 g de CO<sub>2</sub><sup>64</sup>.

### Sous-secteur des hydrocarbures

#### Calculs Energétiques

L'étude prospective a permis d'avoir une projection de la demande globale (hors des combustibles destinés à la production d'électricité) en hydrocarbures à l'horizon 2030 ; cette demande a été décomposée en trois principaux usages (transport - avec ses trois composantes, procédés thermiques et autres usages - groupes électrogènes, chaudières...). Les actions proposées dans le sous-secteur des hydrocarbures consistent en quatre (4) principales catégories : i) le renouvellement du parc automobile, ii) la promotion des transports en commun, iii) la substitution des modes de transports (route par rail pour une partie du Fret), et iv) la sensibilisation des usagers aux comportements éco-citoyens pour chaque usage type. Pour chaque action il faut déterminer la consommation de référence (Scénario Business As Usual) et le potentiel d'économie d'énergie pour en déduire la consommation résiduelle après mise en œuvre de l'action (Scénario MDE ou Sénégal Bleu).

Contrairement au sous-secteur de l'électricité, la projection de la demande globale en hydrocarbures de référence ne repose pas sur un modèle bottom-up basé sur une fine connaissance des usages en termes de consommations moyennes individuelles, de taux et de population d'équipements. La projection est basée sur un modèle statistique qui a permis de déterminer les consommations finales en fonction de l'évolution d'un certain nombre facteurs socio-économiques. Ces consommations projetées ont été décomposées à partir de la structure de la demande en hydrocarbures déterminée à partir des statistiques du SIE. Ainsi, nous connaissons la proportion des différents usages dont, en particulier, les différents principaux modes de transport sur lesquels se focalisent la plupart des mesures.

Comme pour l'électricité, on peut définir :

- $C_{Ref, Tot}$  : la consommation totale de référence de l'usage étudié.
- $P$  : le potentiel d'économie d'énergie d'une action de maîtrise de l'énergie donnée.
- $Tx$  : le taux de diffusion de l'action de maîtrise de l'énergie étudiée.

L'économie d'énergie (G) est toujours déterminée par la formule suivante :

$$G = C_{Ref, Tot} * Tx * P$$

<sup>64</sup> [www.sunearthtools.com/en/tools/CO2-emissions-calculator.php](http://www.sunearthtools.com/en/tools/CO2-emissions-calculator.php)

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Le potentiel P dépend de l'action de conservation de l'énergie qui est appliquée. Pour la mesure la plus importante, le renouvellement du parc de véhicules anciens, il a été obtenu par un calcul théorique qui a consisté à exploiter les données du parc automobile du Sénégal fournies par la Direction des Transports Terrestres croisées avec les résultats de diverses études<sup>65</sup> sur le transport. Ces études ont permis d'estimer les consommations spécifiques et les distances moyennes annuelles parcourues par les véhicules, à partir desquelles ont été calculées les économies de consommation. Le détail de ces calculs est présenté en annexe 8. Les profils de taux de diffusion choisis pour les différentes mesures seront indiqués dans la description des actions.

En résumé l'approche retenue pour les hydrocarbures a été la suivante :

- Déterminer les consommations totales de référence à partir de l'étude prospective.
- Calculer les consommations théoriques pour le transport routier à partir des différentes données collectées.
- Calculer les gains théoriques associés au renouvellement progressif du parc automobile.
- Déterminer les potentiels d'économies d'énergie correspondants.
- Appliquer ces potentiels aux consommations du transport routier issues du modèle statistique.

Les consommations de référence sont toujours actualisées lorsque plusieurs mesures d'économies sont appliquées au même usage.

### Calculs Economiques

Pour les actions d'économies d'énergie étudiées dans le sous-secteur des hydrocarbures, les investissements sont destinés à financer des surcoûts liés à l'acquisition de véhicules efficaces ou des coûts de publicité pour les actions de sensibilisation.

Le surcoût lié à l'acquisition de véhicules plus efficaces lors du renouvellement a été évalué sur la base du système des bonus/malus utilisé en France pour promouvoir les véhicules efficaces et non polluants. En effet, en fonction du niveau d'émission de CO<sub>2</sub> des véhicules, des pénalités sont appliquées à l'achat. Plus un véhicule est énergivore, donc émet du CO<sub>2</sub>, plus la pénalité est élevée. Sachant que le véhicule moins efficace est moins onéreux, nous avons assimilé la pénalité au surcoût qu'il faudrait que les automobilistes acceptent de payer pour acquérir des véhicules efficaces. Les montants des pénalités en fonction des émissions de CO<sub>2</sub> sont indiqués en annexe 8.

Il convient de noter que le parc automobile du Sénégal, même neuf, est essentiellement constitué de véhicules de classe énergétique D ou E<sup>66</sup>. Nous avons donc retenu comme hypothèse d'estimation du surcoût, le passage à des véhicules neufs de classe énergétique C.

Dans la mesure où cette mesure pourrait être financée par le biais d'une prime au renouvellement prise en charge par l'Etat, considérant qu'il est plus profitable de subventionner les économies d'énergie que la consommation d'énergie, nous avons fait

<sup>65</sup> SANEDI, Afrique du Sud, 2012; DTT, Sénégal, 2014 : Etude des coûts et conditions d'exploitation des véhicules de transports publics de personnes (rapport provisoire).

<sup>66</sup> Source : PMC, 2013, Etude stratégique pour le compte d'un concessionnaire automobile sénégalais.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

l'hypothèse que ce surcoût ne serait pas financé par un prêt ; par conséquent aucun coût de capital n'a été intégré.

La valeur monétaire des gains est le produit du prix moyen de la tep par les gains en énergie précédemment calculés. Le prix moyen de la tep retenu a été calculé, selon son origine (gasoil, essence ou GPL), à partir des statistiques fournies par le CNH pour les prix du litre de carburant ou du kg de gaz. Ces prix ont été définis sur la base de l'historique des coûts sur les dernières années. Ainsi, les prix retenus sont les suivants : 792 FCFA/l de Gasoil, 889 FCFA/l d'Essence (Super) et 639 FCFA/Kg de GPL.

La conversion des volumes en tep a été faite en utilisant les facteurs de conversion du SIE<sup>67</sup>.

**Nota :** Les investissements présentés dans les tableaux de synthèse correspondent au cumul sur la période de l'étude 2015 à 2030.

### Estimation de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

Connaissant l'économie d'énergie en kWh ou Tep, on en déduit la quantité de CO<sub>2</sub> équivalent en tonnes. Pour les hydrocarbures ce contenu dépend du combustible utilisé. Les facteurs de conversion suivants, communément admis<sup>68</sup>, ont été utilisés :

- GPL  $\Leftrightarrow$  230 g CO<sub>2</sub>/kWh ;
- Essence  $\Leftrightarrow$  264 g CO<sub>2</sub>/kWh; et,
- Gasoil  $\Leftrightarrow$  270 g CO<sub>2</sub>/kWh.

Il convient au préalable de convertir les tep en kWh selon la règle suivante : 1 tep  $\Leftrightarrow$  11630 kWh.

### Sous-secteur des combustibles

#### Calculs Energétiques

L'étude prospective pour les combustibles a permis d'avoir une projection de la demande globale qui a été décomposée en trois principaux usages (cuisson, procédés thermiques et autres usages). Les actions proposées dans le sous-secteur des combustibles consistent en trois (4) principales catégories : i) la généralisation des foyers améliorés pour le bois et le charbon de bois, ii) l'utilisation des cuiseurs solaires, et iii) la sensibilisation des usagers aux comportements éco-citoyens pour chaque usage type. Pour chaque action il faut déterminer la consommation de référence (Scénario Business As Usual) et le potentiel d'économie d'énergie pour en déduire la consommation résiduelle après mise en œuvre de l'action (Scénario MDE ou Sénégal Bleu).

A l'image du sous-secteur des hydrocarbures, la projection de la demande globale en combustibles ne repose pas sur un modèle bottom-up basé sur une fine connaissance des usages, mais plutôt sur un modèle statistique qui a permis de déterminer les consommations finales en fonction de l'évolution d'un certain nombre facteurs socio-économiques. Connaissant l'historique de la répartition entre les différents usages, nous avons déduit et appliqué la clé pour répartir la demande projetée entre les différents usages types définis.

<sup>67</sup> Super : 1,07 tep/t ; Gasoil : 1,04 tep/t et GPL : 1,1 tep/t.

<sup>68</sup> [http://fr.wikipedia.org/wiki/Contenu\\_CO2](http://fr.wikipedia.org/wiki/Contenu_CO2)

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

A nouveau, on définit :

- $C_{Ref, Tot}$  : la consommation totale de référence de l'usage étudié.
- $P$  : le potentiel d'économie d'énergie d'une action de maîtrise de l'énergie donnée.
- $Tx$  : le taux de diffusion de l'action de maîtrise de l'énergie étudiée.

L'économie d'énergie ( $G$ ) est toujours déterminée par la même formule générale :

$$G = C_{Ref, Tot} * Tx * P$$

Dans le sous-secteur des combustibles le potentiel  $P$  a été obtenu de deux manières différentes : par un calcul théorique ou par déduction. En effet, pour déterminer le potentiel lié à la généralisation des foyers améliorés, nous avons supposé que les parcs d'équipements utilisant le bois et le charbon de bois étaient constitués chacun d'un seul type d'équipement de cuisson, fictif, dont les caractéristiques sont déduites des différents types d'équipements que l'on retrouve dans chacun des parcs. Ainsi, pour le charbon de bois, partant des caractéristiques (rendement et population<sup>69</sup>) des foyers Malgache, Sakkanal et Jambaar, nous avons calculé un équipement fictif représentatif de l'état initial du parc avec un rendement énergétique moyen de 15%. Le remplacement de ce foyer fictif par des foyers Jambaar, dont le rendement énergétique est de l'ordre de 22%, conduit à un potentiel de l'ordre de 33%. La même approche a été appliquée aux équipements utilisant le bois, le rendement énergétique moyen du foyer fictif bois ainsi calculé est de l'ordre de 8%, offrant un potentiel moyen de 45% par rapport au foyer amélioré de type Sakkanal qui a un rendement énergétique de 15%.

Le potentiel utilisé pour les cuiseurs solaires a été déduit de l'hypothèse de calcul qui a été retenue. En effet, en considérant qu'un tiers de la consommation de bois et de charbon en milieu rural est remplacé par des cuiseurs solaires, cela revient à réduire de 33% cette consommation.

En résumé l'approche retenue pour les combustibles a été la suivante :

- Déterminer les consommations totale de référence pour la cuisson à partir de l'étude prospective.
- Décomposer cette consommation en deux composantes : bois et charbon de bois.
- Modéliser les caractéristiques des foyers par deux équipements fictifs dont les populations et les rendements énergétiques sont connus.
- Déterminer les potentiels d'économies d'énergie correspondants.
- Appliquer ces potentiels aux consommations de bois et de charbon de bois pour la cuisson.

Le potentiel  $P$  et le taux diffusion seront précisés dans le descriptif de chaque action qui sera présentée.

Comme pour l'électricité les consommations de référence sont actualisées lorsque plusieurs mesures d'économies sont appliquées au même usage.

### Calculs Economiques

<sup>69</sup> Enquête nationale portant sur la consommation et les pratiques des ménages en combustibles domestiques, SEMIS 2014.

<http://www.peracod.sn/?Les-fourneaux-ameliores>

Entretien avec PROGEDE, PMC 2014.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Pour les actions d'économies d'énergie étudiées dans le sous-secteur des combustibles, les investissements sont essentiellement destinés à financer des surcoûts liés à l'acquisition de foyers améliorés (Jambaar ou Sakkanal) ou des coûts d'acquisition de cuiseurs solaires et des coûts de publicité pour les actions de sensibilisation.

Le surcoût lié à l'acquisition de foyers améliorés lors du renouvellement a été estimé à 5000 FCFA<sup>70</sup> par équipement ; par conservatisme nous avons multiplié ce surcoût par 2, soit 10000 FCFA d'investissement supplémentaire pour acquérir un foyer amélioré.

L'acquisition des cuiseurs solaires a été estimée sur la base d'un prix moyen de 154150 FCFA<sup>71</sup>.

Compte tenu du montant en jeu pour les foyers améliorés, nous avons considéré que ce financement, moyennant une bonne communication auprès des utilisateurs, sera entièrement pris en charge par les consommateurs sans recourir à un prêt; par conséquent, aucun coût de capital n'a été intégré. Quant aux cuiseurs, étant donnée la faiblesse des populations rurales ciblées, nous avons fait l'hypothèse d'un mécanisme de financement tiers (subvention, programmes de coopération spécifiques,...) qui ne requerrait qu'une très faible participation des populations ; par conséquent, il a été retenu de ne pas envisager un financement à crédit.

Figure 70 : Coûts moyens des combustibles domestiques pratiqués dans les différentes régions du Sénégal<sup>72</sup>

Régions	Bois	Charbon	GPL
Dakar	147	216	639
Thiès	112	231	675
Diourbel	0	184	663
Fatick	93	210	666
Kaolack	59	206	671
Kaffrine	12	143	703
Louga	159	181	674
St-Louis	102	260	670
Matam	56	178	721
Tambacounda	15	68	701
Kédougou	41	70	796
Kolda	16	53	729
Sédhiou	14	43	729
Ziguinchor	10	80	792
Moyenne Nationale	64,67	196,23	654,58

<sup>70</sup> [http://www.cilss.bf/predas/scripts\\_php/equipements/detailsequip.php?code=14](http://www.cilss.bf/predas/scripts_php/equipements/detailsequip.php?code=14)

<sup>71</sup> Sources: <http://www.boliviainti-sudssoleil.org/spip.php?article92>  
<http://bioenergies.free.fr/constructionssola/>

<sup>72</sup> Enquête nationale portant sur la consommation et les pratiques des ménages en combustibles domestiques, SEMIS 2014.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

La valeur monétaire des gains est le produit du prix moyen de la tep par les gains en énergie précédemment calculés. Le prix moyen de la tep retenu a été calculé, selon son origine (bois ou charbon de bois), à partir des données présentées dans l'étude sur les combustibles domestiques en 2014<sup>73</sup>. Ces prix sont différents d'une région à l'autre du Sénégal (figure 70) ; nous avons donc calculé des prix moyens pondérés par les volumes de combustibles consommés dans chaque région. Ainsi, les prix retenus sont les suivants : 65 FCFA/Kg de bois et 196 FCFA/Kg de charbon de bois.

La conversion des volumes en tep a été faite en utilisant les facteurs de conversion du SIE.

**Nota :** Les investissements présentés dans les tableaux de synthèse correspondent au cumul sur la période de l'étude 2015 à 2030.

### Estimation de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

Connaissant l'économie d'énergie en kWh ou Tep, on en déduit la quantité de CO<sub>2</sub> équivalent en Tonne. Pour les hydrocarbures ce contenu dépend du combustible utilisé. Les facteurs de conversion suivant ont été utilisés :

- Bois  $\Leftrightarrow$  355 g CO<sub>2</sub>/kWh<sup>74</sup> ;
- Charbon  $\Leftrightarrow$  344 g CO<sub>2</sub>/kWh.

La conversion des tep en kWh se fait toujours telle que définie pour les hydrocarbures.

### Calcul des temps de retour

Pour l'ensemble des sous-secteurs, les temps de retours calculés correspondent au rapport entre le cumul des investissements annualisés, tenant compte du renouvellement le cas échéant, sur la période 2015 - 2030, et le cumul des gains monétaires sur la même période. Ce calcul permet ainsi de tenir compte du renouvellement de l'investissement lié à la croissance du marché et au renouvellement des équipements en fin de vie.

## 4.2. Economies d'énergie dans l'électricité

Le sous-secteur de l'électricité représente 15% des consommations d'énergie finale cumulées, projetées entre 2015 et 2030 avec près de 8003 kTEP. Les principaux usages types couverts par ce sous-secteur sont rappelés dans le tableau 28 ci-après. Dans les sections suivantes les actions de maîtrise de l'énergie envisagées pour chacun des usages types sont présentées en termes de consistance et d'impacts énergétiques, économiques et environnementaux. De même, les investissements nécessaires à la réalisation de ces actions, ainsi que, le cas échéant, les hypothèses spécifiques qui sous-tendent les calculs sont présentés.

<sup>73</sup> Enquête nationale portant sur la consommation et les pratiques des ménages en combustibles domestiques, SEMIS 2014.

<sup>74</sup> <http://www.economiedenergie.fr/les-%C3%A9missions-de-co2-par-%C3%A9nergie.html>

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 28 : Rappel du périmètre des usages-types définis pour l'électricité

Usages - Types	Forme abrégée	Inclut les usages suivants
Climatisation	CLIM	Différents types de systèmes de climatisation : centralisée et individuelle.
Équipement Electroménagers	EEM	Machine à laver, cuisinière, micro-ondes, machines à café, bouilloire, sèche-linge, fer à repasser...
Froid	FRD	Réfrigérateurs, congélateurs, combinés, chambres froides
Procédés Industriels	PROC	Électrolyse, production de chaleur : induction ou résistance
Équipements Electroniques de Bureau	EEB	Ordinateurs, batteries, imprimantes, vidéoprojecteurs, serveurs...
Équipements Electroniques de Loisirs	EEL	TV, chaînes hifi, téléphones
Éclairage	ECL	Tout éclairage (y.c. éclairage public)
Force Motrice	FM	Systèmes d'entraînement mécanique : ascenseurs, escalators, convoyeurs, compresseurs, pompes...
Ventilation	VENT	Distribution et brassage air
Eau Chaude Sanitaire	ECS	

Avant de présenter les mesures en détails, il convient de préciser que globalement il existe deux grands leviers d'action qui agissent soit sur la performance technique des équipements, soit sur leurs conditions d'utilisation i.e. sur le comportement des usagers. Ainsi, les mesures sont relatives à l'utilisation des meilleures technologies disponibles ou à la sensibilisation des usagers aux comportements éco-citoyens. Il s'agira donc de procéder à un remplacement progressif des équipements électriques lorsqu'ils seront hors d'usage ou lorsque des politiques d'incitation efficaces seront en vigueur.

Ainsi, dans les calculs de potentiel d'économies d'énergie ci-après, il sera souvent fait référence à la notion de « classes d'efficacité énergétique » alors qu'à ce jour, il n'existe pas, au Sénégal, de méthode de classification énergétique des équipements électriques. Or, la référence aux classes d'efficacité énergétique permet d'estimer les potentiels d'économies d'énergie en comparant les technologies actuelles aux technologies plus efficaces pouvant être disponibles sur le marché. Il a donc été décidé de se référer au système de classification énergétique européen.

#### 4.2.1. Economies d'énergie dans la climatisation

La consommation d'énergie induite par la climatisation et le refroidissement est d'environ 254 GWh en 2013, d'après les calculs réalisés avec le modèle i-NES. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 772 GWh en 2030, soit une augmentation de 200%.

Trois actions d'économies d'énergie ont été étudiées pour la climatisation.

##### 4.2.1.1. Sensibilisation des usagers

Plusieurs paramètres contrôlés par l'utilisateur contribuent, lorsqu'ils ne sont pas bien définis, à l'accroissement de la consommation des systèmes de climatisation. Il s'agit notamment de



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

la température de consigne, souvent réglée à 18 voire 16°C, alors que les études ont démontré que la température idéale se situe autour de 25°C en zone tropicale, et que les experts déconseillent d'imposer un écart de température de plus de 6°C entre les milieux intérieur et extérieur<sup>75</sup>. Il convient de noter qu'un degré de différence permet d'économiser 5 à 6% sur la consommation d'énergie. Les durées d'utilisation (oublis d'extinction) ainsi que les pratiques qui consistent à climatiser des espaces non fermés (portes et/ou fenêtres ouvertes) sont également des points d'action pour réduire la consommation de la climatisation au Sénégal.

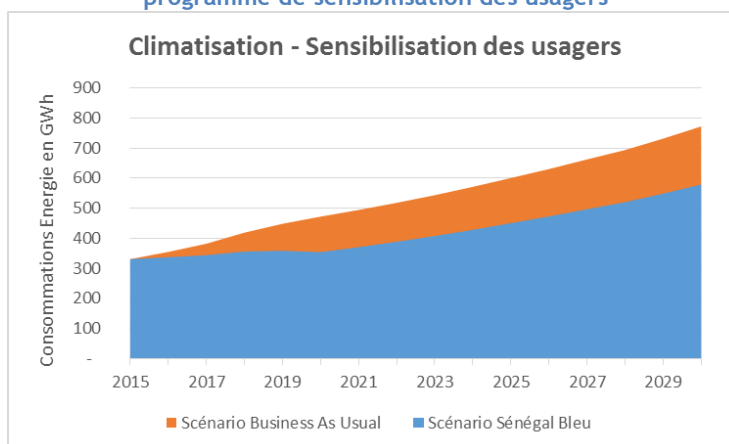
Au-delà de ces aspects comportementaux, la sensibilisation soutenue et progressive des bureaux d'études et installateurs de systèmes climatisés sur l'emplacement des équipements, leur exposition au soleil (notamment le condenseur) et leur dimensionnement constitue un autre levier de limitation des déperditions.

Le changement de comportement du consommateur seul offre un grand potentiel d'économie que nous estimons autour de 25% compte tenu des pratiques actuelles en cours au Sénégal et des leviers présentés ci-dessus.

Le profil de diffusion retenu pour cette mesure est linéaire, avec une hypothèse de maturité en 2020 dans la mesure où une campagne efficace de publicité permettrait d'atteindre les objectifs fixés. L'hypothèse retenue pour l'évaluation des coûts de cette communication est de concevoir une série de vidéos publicitaires éducatives qui seront diffusées tous les jours à travers trois chaînes télévisées à des heures de grande écoute. Le format retenu est une publicité d'une durée de 60 s, avec un coût moyen de 604471 FCFA, qui passe tous les jours sur les 3 chaînes TV. De même, nous considérons que ce programme de communication adressera l'ensemble des usages et usagers de l'énergie électrique ; par conséquent, le coût est mutualisé et pris en compte dans la répartition dans le calcul des investissements de chacun des usages.

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie dans la climatisation représentée sur la figure 71, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 29.

Figure 71 : Evolution des consommations d'énergie de la climatisation avant et après mise en oeuvre du programme de sensibilisation des usagers



<sup>75</sup> Efficacité énergétique en milieu tropical, IEPF.

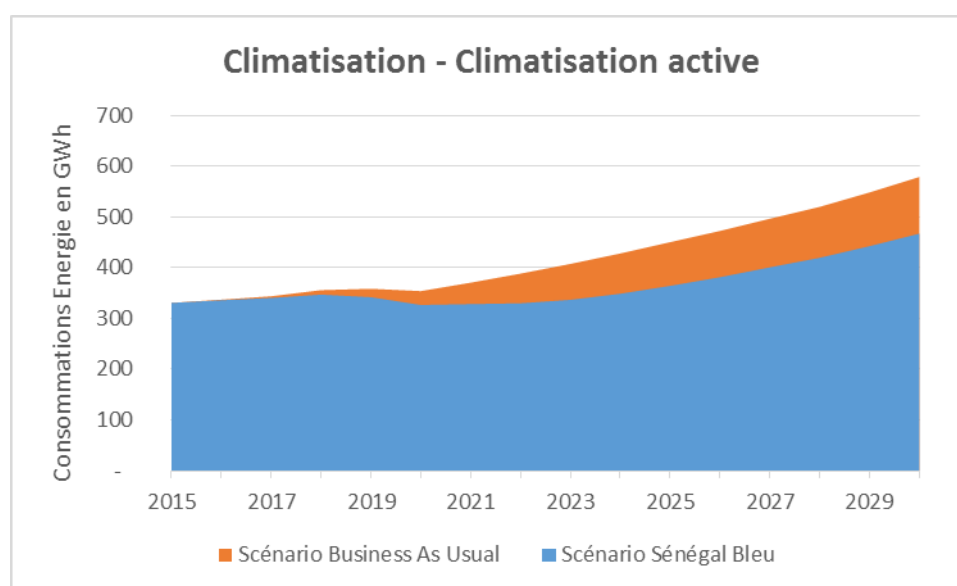
### 4.2.1.2. Climatisation active et Améliorations technologiques

Au-delà des usagers, les technologies utilisées par les équipements de climatisation eux-mêmes offrent des leviers d'économies d'énergie considérables. Nous avons considéré un potentiel minimal de 16% sur la base des analyses de TSB<sup>76</sup>, avec un modèle de diffusion linéaire dont la maturité est prévue en 2026.

Les investissements calculés pour cette mesure s'appuient sur les différences de prix entre les équipements de climatisation efficaces et les équipements classiques. Ces données sont indiquées à l'annexe 7.

La promotion de la climatisation active et du renouvellement des équipements, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie dans la climatisation représentée sur la figure 72, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 30.

Figure 72 : Evolution des consommations d'énergie de la climatisation avant et après promotion des systèmes à haute performance énergétique



### 4.2.1.3. Amélioration de l'enveloppe des bâtiments

L'enveloppe du bâtiment constitue la principale barrière entre les milieux extérieur et intérieur. Par conséquent, de sa qualité et de sa conception dépendra également la consommation d'énergie de certains usages destinés à compenser les contraintes du milieu naturel (température, air et luminosité). En effet, la climatisation a vocation à compenser des apports de chaleur ; ces apports sont de deux types : internes (chaleur dégagée par les

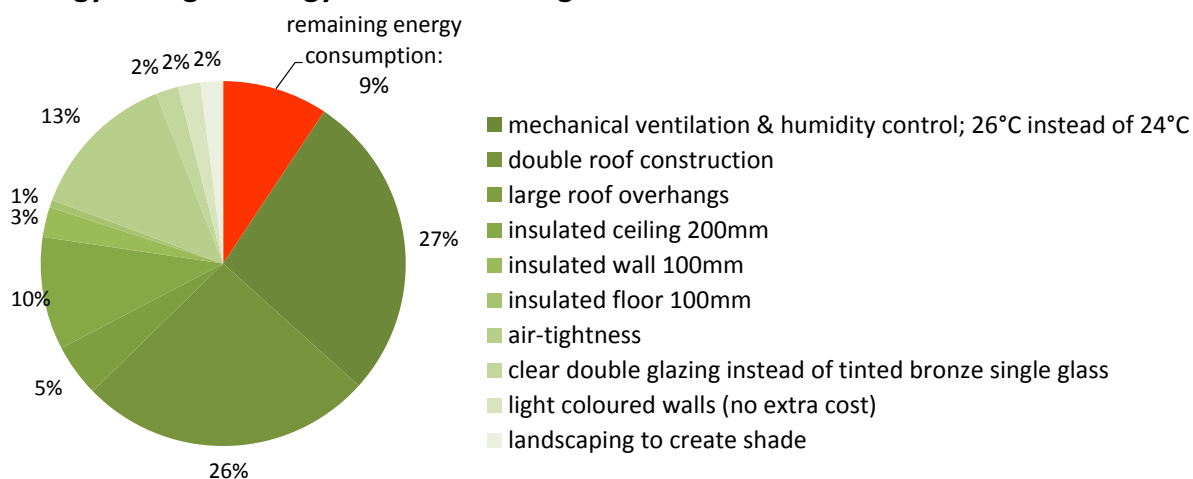
<sup>76</sup> Source : Analyses TSB à partir de l'étude "Sustainable building in hot and humid West-Africa", CEO Passive Office, 2013.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

équipements électriques et les occupants des bâtiments) et externes (rayonnement solaire essentiellement). L'amélioration de la performance des bâtiments, neufs et existants, permettra de réduire les apports externes, contribuant ainsi à la réduction de la consommation de la climatisation. Cette amélioration passe, idéalement, par des mesures prises en considération dès l'élaboration des plans de construction. Parmi ces mesures on trouve, entre autres, le choix de l'orientation du bâtiment, le choix des matériaux de construction, la pose d'isolant thermique et l'assurance de l'étanchéité à l'air des bâtiments. Chacune de ces actions contribue à la réduction de la consommation du bâtiment dans une certaine proportion. La figure 73, présente les potentiels d'économies d'énergie d'un bâtiment économe en énergie, à partir desquels nous allons dériver les potentiels liés à l'impact sur la climatisation des actions sur les bâtiments au Sénégal.

Figure 73 : Potentiels d'économies d'énergies des actions d'efficacité énergétique sur le bâtiment<sup>77</sup>

### Energy saving of energy efficient building



### Nota :

La mesure du potentiel d'économies d'énergie dans le bâtiment requiert une connaissance détaillée de l'état du parc immobilier (nombre, type, matériaux, techniques, géométrie et dimensions...) sont inexistantes qui passe par la conduite d'enquêtes sur le terrain permettant d'apprécier la situation actuelle. En particulier pour les bâtiments publics, il serait utile de collecter des données sur les consommations d'énergie actuelles du parc immobilier, pour les différentes catégories de consommateurs (administration publique, enseignements, santé...) et, leur surface au sol. A partir de ces données, des valeurs spécifiques de consommation en kWh/m<sup>2</sup> peuvent être établies. Il sera dès lors possible de comparer les bâtiments publics entre eux pour le même type d'utilisation, afin de générer une matrice de classement. Il s'agit là d'un outil supplémentaire d'aide à la décision, qui permettra au Gouvernement de fixer de manière plus efficace les objectifs d'économies d'énergie pour chaque type de bâtiment public. Ces consommations pourront alors être utilisées comme référence dans les modèles qui seront développés pour l'évaluation de l'impact des actions sur le bâtiment.

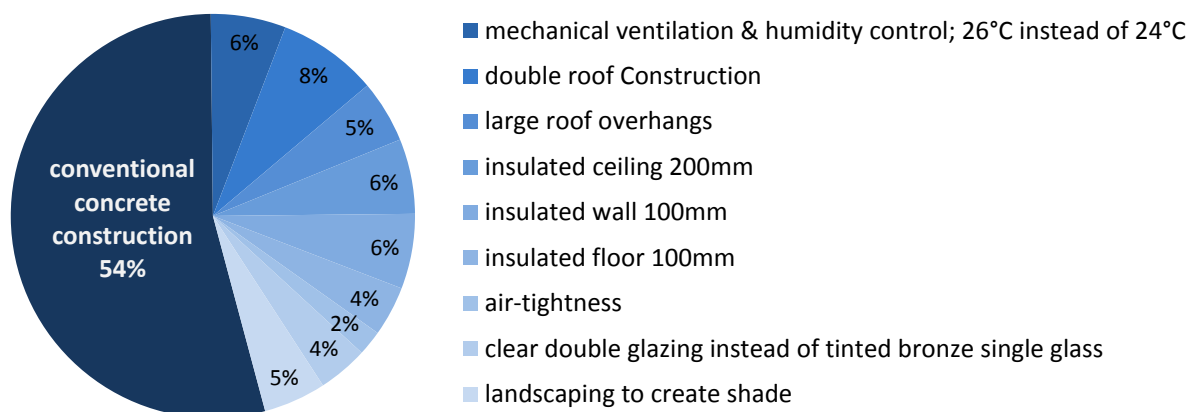
<sup>77</sup> Source: Adaptation de l'étude "Sustainable building in hot and humid West-Africa", CEO Passive Office, 2013.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Les actions d'économies d'énergie dans le bâtiment ont naturellement pour effet d'augmenter le coût de l'investissement requis pour les bâtiments dits performants. Il convient donc d'avoir une idée de leur incidence sur les coûts de construction (figure 74). Toutefois, la proportion des coûts varie d'un cas à l'autre.

Figure 74 : Impacts sur le coût de la construction des bâtiments à haute performance énergétique

### Construction cost of energy efficient building



Tenant compte de la faisabilité des actions et des potentiels énoncés ci-dessus, nous avons retenu l'hypothèse d'un potentiel de 26%<sup>78</sup> pour les actions sur l'enveloppe avec notamment une focalisation sur l'isolation des plafonds et des sols, ainsi que le renforcement de l'étanchéité à l'air. Les données issues de la littérature sont des indications utilisées pour les besoins du calcul, mais il est évident que dans la réalité chaque cas sera spécifique en fonction de la géométrie, des dimensions et de la localisation des bâtiments.

#### Nota :

Pour l'isolation des bâtiments, des matériaux locaux comme le Typha devraient être utilisés en priorité. Le Typha, décrit comme une « mauvaise herbe », est disponible localement et en très grande quantité. Des programmes comme le PNEEB évaluent actuellement le potentiel de ce matériau en termes de disponibilité et de faisabilité technique pour le développement d'une filière de fabrication locale. En fonction de la disponibilité, d'autres matériaux locaux tels que l'argile et la paille constituent des alternatives.

Les mesures sur l'enveloppe du bâtiment sont des mesures plus complexes et en général elles sont plus chères à mettre en œuvre. La plupart des mesures ne sont pertinentes que pour les bâtiments neufs. C'est pour cette raison que nous avons retenu un profil de diffusion linéaire qui arrive à maturité en 2040.

Pour les besoins du calcul économique nous nous sommes inspirés de l'étude de l'Union Française de l'Electricité (UFE)<sup>79</sup> pour évaluer les surcoûts liés à l'investissement dans les actions d'efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment (cf. annexe 7).

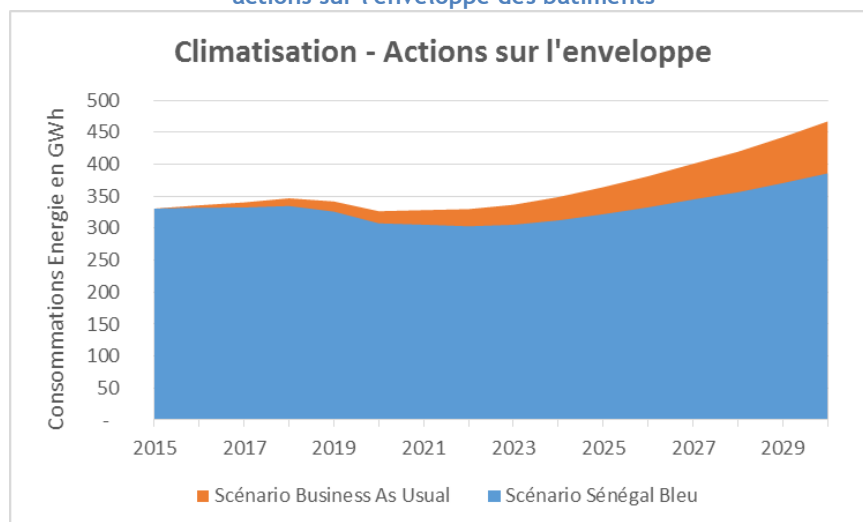
<sup>78</sup> Potentiel résultant des potentiels d'économies indiqués dans la figure 73 (10% + 3% + 13%).

<sup>79</sup> Un instrument clé de pilotage de la politique énergétique : L'ordre de priorité des actions d'efficacité énergétique. Union Française de l'Electricité.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie dans la climatisation représentée sur la figure 75, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 31.

Figure 75 : Evolution des consommations d'énergie de la climatisation avant et après mise en œuvre des actions sur l'enveloppe des bâtiments

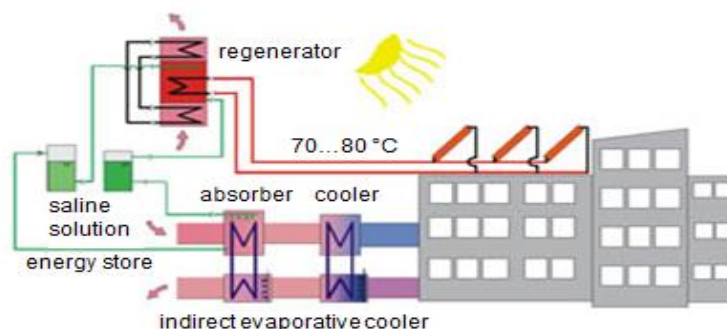


### Zoom sur Autres Mesures :

De nombreuses autres mesures sont possibles pour l'usage « Climatisation », mais n'ont pas été considérées en raison du manque de données. Il serait toutefois raisonnable de les prendre en compte dans la mise en œuvre même à titre d'actions pilotes ; il s'agit de :

- Mesures d'efficacité énergétique passives telles que l'installation de modules photovoltaïques sur les toits et façades des bâtiments, pour créer de l'ombre et produire de l'énergie renouvelable en même temps.
- Mesures actives telles que l'installation des systèmes de refroidissement centralisés qui offre l'avantage d'utiliser un unique gros moteur central, plus efficace que l'utilisation de nombreux petits moteurs (inefficaces).
- Climatisation solaire qui permettrait des économies considérables. Le principe de refroidissement par l'exploitation de la chaleur solaire et l'utilisation d'une unité d'absorption est illustré sur la figure 76. Le refroidissement solaire est avantageux dans la mesure où le gain d'énergie de pointe aux alentours de midi est quasi proportionnel au pic de la demande de refroidissement.

Figure 76 : Exemple d'un dispositif de refroidissement solaire (source : <http://www.zae-bayern.de>)



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 29 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation de la climatisation

Description	Climatisation : Sensibilisation des Usagers (Consignes, Etanchéité, Inertie thermique et Comportements divers)															N° Fiche				
																ELEC-02				
Gains	Usage			Climatisation				Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul	
	GWh	Demande	330	354	382	418	448	472	494	518	543	571	600	630	662	693	731	772	8624	
	kTep	Energie	28	30	32	36	38	40	42	44	46	49	51	54	57	59	63	66	743	
	MW	Pointe	48	52	56	61	65	69	72	75	79	83	88	92	97	101	107	113,0		
	GWh	Gains	-	17,7	38,2	62,8	89,7	118,0	123,5	129,5	135,8	142,7	150,1	157,5	165,5	173,3	182,8	193,0	1880	
	kTep	Energie	-	1,5	3,3	5,4	7,7	10,2	10,7	11,2	11,7	12,3	12,9	13,6	14,3	15,0	15,8	16,6	162	
	MW	Gains	-	2,6	5,6	9,1	13,0	17,1	18	18,9	19,8	20,8	21,9	23	24,2	25,3	26,7	28,1	274,2	
tCO <sub>2</sub>	Gains	-	11887	25601	42089	60076	79085	82794	86770	91042	95645	100596	105557	110938	116152	122509	129331	1260072		
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre							
	Préparation de supports de communication efficaces et faciles à comprendre da plusieurs langues (français et langues nationales)						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Coût de la publicité ramené au nombre d'Usagers types Publicité dans 3 média tout au long de l'année Horizon de généralisation de la mesure 2020						Ensemble des citoyens (particuliers et professionnels) Centres d'information-conseil							
	Partenaires						Impacts Socio-économiques													
AEME RTS et Autres média radiotélévisés						Eveil de la conscience éco-citoyenne et éducation des populations Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages														
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards												
		0,4						291,5												
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement												
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD														
Suivi	Suivi-Exploitation																			
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																			



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 30 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des systèmes à haute performance énergétique

Description	Climatisation active (Climatisation haute performance énergétique, systèmes de climatisation à DRV,...)															N° Fiche			
																ELEC-03			
	Usage			Climatisation				Usagers			Tous			Secteurs			Tous		
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	330,9	337,1	343,9	356	358,7	354,1	370,7	388,5	407,7	428,3	450,4	472,7	496,7	520,1	548,6	579,1	6743,3
	kTep	Energie	28,5	29,1	29,6	30,7	30,9	30,5	32	33,5	35,1	36,9	38,8	40,7	42,8	44,8	47,3	49,9	581,3
	MW	Pointe	48	52	56	61	65	69	72	75	79	83	88	92	97	101	107	113	
	GWh	Gains	-	1	3,3	8,9	16,6	27,3	42,2	58,5	70,8	79,4	86,1	91,2	95,9	100,4	105,9	111,8	899,2
	kTep	Energie	-	0,1	0,3	0,8	1,4	2,4	3,6	5	6,1	6,8	7,4	7,9	8,3	8,7	9,1	9,6	77,5
	MW	Gains Pointe	-	0,1	0,5	1,3	2,5	4,5	6,9	9,6	11,6	13,0	14,2	15,0	15,8	16,5	17,4	18,3	147,3
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	654	2223	5984	11131	18316	28283	39187	47442	53163	57663	61118	64233	67252	70933	74882	602464
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses								Acteurs Mise en Œuvre				
	Réglementation sur la performance énergétique des équipements Compétence des techniciens et installateurs						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion non linéaire (incubation, accélération et généralisation) Horizon de généralisation de la mesure 2026								Experts en EE Techniciens en froid et génie climatique ESCO				
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME ASN MEDER						Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		90,019						139,4											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
8 mois						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 31 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre des actions d'efficacité énergétique sur l'enveloppe du bâtiment (impacts sur la climatisation)

Description	Climatisation : Actions sur l'enveloppe (Isolation, Double Vitrage,...)															N° Fiche				
																ELEC-01				
Gains	Usage			Climatisation				Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul	
	GWh	Demande	330,8	336,1	340,5	347,0	342,0	326,7	328,5	330,0	336,8	348,9	364,3	381,4	400,8	419,7	442,6	467,3	5844,1	
	kTep	Energie	28,5	29,0	29,4	29,9	29,5	28,2	28,3	28,5	29,0	30,1	31,4	32,9	34,6	36,2	38,2	40,3	503,8	
	MW	Pointe	48,0	52,0	56,0	61,0	65,0	69,0	72,0	75,0	79,0	83,0	88,0	92,0	97,0	101,0	107,0	113,0		
	GWh	Gains	-	3,9	7,9	12,1	15,9	19,0	22,9	26,8	31,3	36,4	42,3	48,7	55,8	63,3	71,9	81,3	539,3	
	kTep	Energie	-	0,3	0,7	1,0	1,4	1,6	2,0	2,3	2,7	3,1	3,6	4,2	4,8	5,5	6,2	7,0	46,5	
	MW	Gains Pointe	-	0,5	1,2	1,9	2,7	3,6	4,5	5,5	6,6	7,8	9,1	10,5	12,1	13,7	15,5	17,6	112,8	
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	2 612	5 294	8 092	10 634	12 698	15 319	17 955	20 943	24 406	28 319	32 609	37 386	42 406	48 167	54 481	361 321	
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre							
	Réglementation thermique du bâtiment Formation aux techniques de construction éco-énergétiques Mise en place de mécanismes de soutien financier						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Isolation limitée au plafond Horizon de généralisation de la mesure 2040						Spécialistes de la construction (architectes, Techniciens bâtiments) Experts et Bureaux d'études EE							
	Partenaires						Impacts Socio-économiques													
AEME Ministère de l'habitat et de l'urbanisme Ministère de l'environnement (PNEEB)						Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages Créations d'emplois verts														
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards												
		928,131						83,6												
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement												
11						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUE, IFDD														
Suivi	Suivi-Exploitation																			
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																			

## 4.2.2. Economies d'énergie dans les équipements électroménagers

La consommation d'énergie induite par les équipements électroménagers est d'environ 125 GWh en 2013, d'après les calculs réalisés avec le modèle i-NES. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 405 GWh en 2030, soit une augmentation de 220%.

Deux actions d'économies d'énergie ont été étudiées pour les équipements électroménagers entrant sur le marché : la promotion des équipements électroménagers de haute performance énergétique, dès 2015, par le biais de la communication et de la réglementation sur les minima de performance énergétique ; et la sensibilisation des usagers.

Les équipements électroménagers (EEM) constituent les appareils tels que les machines à laver, sèche-linge, cuisinières/fours électriques, micro-ondes, etc. D'après les calculs effectués dans l'étude prospective, environ 69% de l'électricité consommée par les EEM provient des ménages privés, 20 % des hôtels et restaurants, et le reste par les commerces et autres consommateurs. Par conséquent, nous avons posé l'hypothèse que l'équipement dominant dans le groupe des EEM serait la machine à laver qui pourrait être responsable de la majorité de la consommation d'énergie dans cette catégorie. Bien qu'un système de classification énergétique ne soit pas encore en application au Sénégal, le système européen peut être utilisé pour l'estimation des potentiels d'économies d'énergie au Sénégal. Compte tenu des pratiques d'achat habituellement observés au Sénégal (matériel peu onéreux ou de seconde main), nous avons considéré qu'environ 10 % des nouveaux appareils peuvent être rangés dans la classe A, 40 % dans la classe B et 50 % dans la classe C-D. Le tableau 32 donne les potentiels de gains liés au passage d'une classe à une autre.

**Tableau 32 : Potentiel moyen d'économie d'énergie par changement de classes d'efficacité énergétique des machines à laver<sup>80</sup>**

Classe d'efficacité énergétique européenne	Gain vers la classe D %	Gain vers la classe C %	Gain vers la classe B %
A +++	58	47	40
A ++	53	40	32
A +	46	32	23
A	38	22	12
B	30	11	-
C	21	-	-
D	-	-	-

Les appareils d'efficacité énergétique de classe européenne A+++ sont moyennement diffusés en Europe et probablement peu voire non encore disponibles au Sénégal. Par conséquent, une amélioration de la classe C/D à la classe A+ est supposée être techniquement possible à l'heure actuelle, ce qui conduit à un potentiel d'économie d'énergie de 41% pour les machines à laver.

<sup>80</sup> <http://www.verivox.de/Themen/energieverbrauchskennzeichnung/> (en 2014).

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Les appareils tels que les lave-vaisselle ou sèche-linge sont peu courants chez les clients particuliers ; mais plutôt présents dans les restaurants et les hôtels. Un potentiel d'économie spécifique ne peut être calculé en raison du manque d'informations sur la ventilation des différents appareils électroménagers que seules des enquêtes détaillées, conduites à l'échelle nationale, peuvent donner. Si le parc de lave-vaisselle présente moyennement les caractéristiques de la classe d'efficacité énergétique européenne C, alors le potentiel d'économie à la classe la plus efficace A+++ serait de 44 %, en supposant que seuls les appareils du type A+ sont disponibles sur le marché sénégalais, le potentiel accessible serait de 30 %.

De même, aucune information n'est disponible sur les clients utilisant l'électricité pour la cuisson<sup>81</sup>, cela rend difficile tout calcul de potentiel d'économie d'énergie pour ces équipements. Le tableau 33 est donné à titre indicatif pour comparer la consommation d'énergie des différentes plaques de cuisson électrique.

Tableau 33 : Comparaison des consommations d'énergie de différentes technologies électrique pour la cuisson<sup>82</sup>

Appareil de cuisson	Consommation d'énergie pour faire bouillir 1,5 l d'eau	Gain par rapport aux plaques de cuisson classiques
Vitrocéramique à induction	0,18 kWh	31 %
Verre céramique avec halogène	0,23 kWh	12 %
Verre céramique avec infrarouge	0,22 kWh	15 %
Plaques de cuisson classique	0,26 kWh	-

Compte tenu de toutes les contraintes citées ci-dessus en termes de disponibilité de certaines informations plus détaillées, nous avons considéré que 90% de l'énergie consommée par les EEM sont dus aux machines à laver avec un potentiel estimé à 41% ; les 10% de la consommation restants disposent d'un potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique raisonnable d'au moins 15%. Cela conduit à un potentiel moyen de 38,4%.

Le remplacement du parc des équipements commencera à partir de l'année 2016 avec un horizon de maturité fixé à 2030, suivant un profil de diffusion non-linéaire.

Les investissements ont été évalués à partir des surcoûts liés à l'achat d'équipements efficaces (cf. annexe 7 pour les détails).

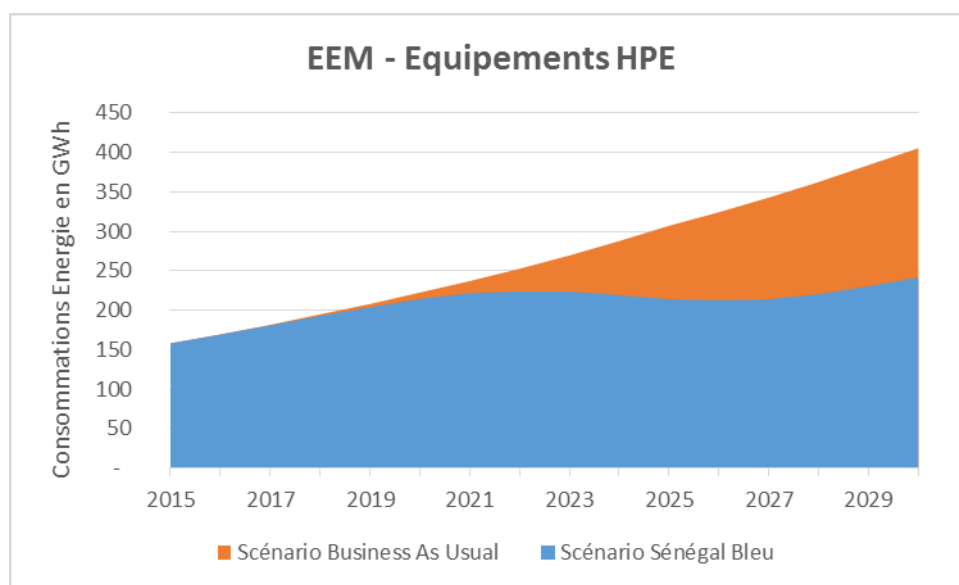
L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie dans les EEM représentée sur la figure 77, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 34.

<sup>81</sup> Il est important de noter que la Cuisson au gaz est probablement beaucoup plus répandue au Sénégal compte tenue de la « disponibilité » du produit par rapport à l'électricité.

<sup>82</sup> Source : <http://www.greenmind.Besser-Web.net/richtig%20kochen.pdf>

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 77 : Evolution des consommations d'énergie des équipements électroménagers avec la promotion des équipements de haute performance énergétique (HPE)



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 34 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des équipements électroménagers performants

Description	Equipements Electroménagers de Haute Performance Energétique (Renouvellement progressif par des équipements de classe énergétique A+)															N° Fiche			
																ELEC-04			
Gains	Usage		Electroménager				Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	158,3	169,7	181,8	195,1	208,1	222,6	237,2	252,9	269,7	287,9	307,3	324,5	342,9	362,7	384,2	405,5	4310,2
	kTep	Energie	13,6	14,6	15,7	16,8	17,9	19,2	20,4	21,8	23,3	24,8	26,5	28	29,6	31,3	33,1	35	371,6
	MW	Pointe	48	52	56	60	64	68	73	77	83	88	94	99	105	111	118	124	
	GWh	Gains	-	0,3	0,7	2	4,2	8,1	15,3	28,6	45,8	68,6	93,1	111,4	128,9	142,1	153,7	163,8	966,6
	kTep	Energie	-	0,03	0,1	0,2	0,4	0,7	1,3	2,5	4,0	5,9	8,0	9,6	11,1	12,3	13,3	14,1	83,3
	MW	Gains	-	0,1	0,2	0,6	1,2	2,4	4,5	8,3	13,3	20	27,1	32,4	37,5	41,4	44,7	47,7	281,5
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	230	492	1320	2816	5423	10272	19163	30662	45976	62374	74650	86330	95220	102948	109769	647646
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Réglementation sur la performance énergétique Mise en place d'un système d'étiquetage énergétique Mise en place d'un système de contrôle de conformité						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion non linéaire (incubation, accélération et généralisation) Horizon de généralisation de la mesure 2030						Distributeurs d'équipements Experts EE ESCO						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Coûts	AEME ASN MEDER						Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages												
	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		747,756						149,8											
Suivi	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
		5						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD											
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

### 4.2.3. Economies d'énergie dans le froid

La consommation d'énergie induite par les équipements destinés à la production de froid domestique ou industriel est d'environ 444 GWh en 2013, d'après les calculs réalisés avec le modèle i-NES. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 1343 GWh en 2030, soit une augmentation de 200%. Les équipements de froid sont responsables de la plus grande de consommation d'énergie électrique au Sénégal, tous secteurs confondus.

Deux actions d'économies d'énergie ont été étudiées pour les équipements de production de froid : la promotion des équipements de haute performance énergétique et la sensibilisation des usagers.

L'état moyen des congélateurs et réfrigérateurs utilisés au Sénégal a été supposé situé dans la gamme de classe énergétique européenne C-D. Certains peuvent présenter à date une classe d'efficacité élevée, alors que d'autres sont encore moins efficaces. Bien que ces produits, habituellement appelés produits blancs, aient une durée de vie technique allant jusqu'à 16 ans, ils sont souvent utilisés beaucoup plus longtemps.

Les appareils de refroidissement électriques comparables à la classe européenne d'efficacité énergétique A+++ sont peu voire non disponibles sur le marché sénégalais. Par conséquent, le potentiel d'économie lié à la consommation d'énergie du froid est calculé par rapport à la classe d'efficacité énergétique A+, qui offre un potentiel d'économie de 57% en moyenne par rapport à la situation actuelle (cf. tableau 35).

**Tableau 35 : Enregistrement des potentiels des réfrigérateurs et congélateurs selon la classe d'efficacité énergétique européenne<sup>83</sup>**

Classe d'efficacité énergétique européenne	Potentiel par rapport à la classe F %	Potentiel vers par rapport à la classe E %	Potentiel par rapport à la classe D %	Potentiel par rapport à la classe C %
A +++	85	82	80	77
A ++	78	74	70	65
A +	71	65	60	54
A	63	56	50	42
B	50	40	32	21
C	37	24	14	-
D	27	12	-	-
E	17	-	-	-
F	-	-	-	-

**Nota :**

Il est important de noter que dans l'usage « Froid » les mesures de classification énergétique promettent un fort potentiel d'économie d'énergie. La classification devrait également être appliquée pour les appareils de « seconde main » introduits en volume sur le marché

<sup>83</sup> Source : <http://www.verivox.de/Themen/energieverbrauchskennzeichnung/>, (en 2014).

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

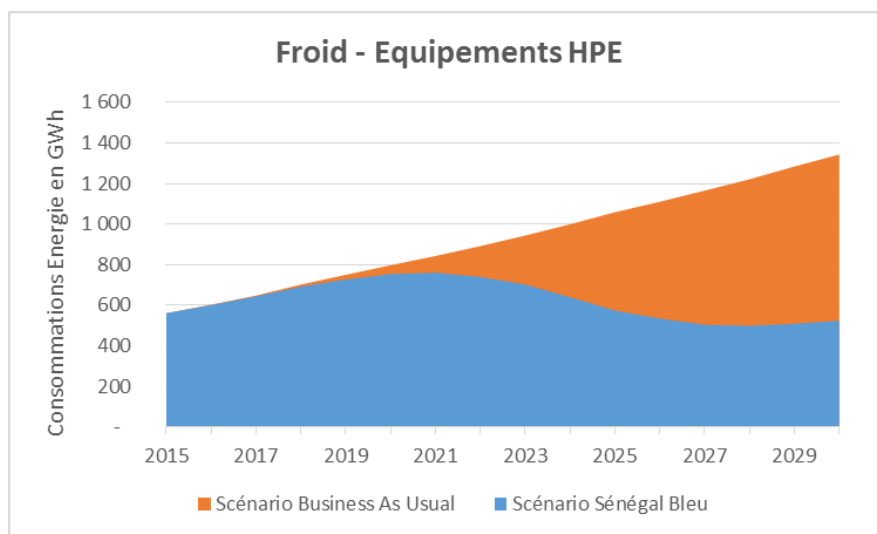
sénégalais à partir de l'Europe ou des Amériques. Ces appareils doivent être considérés de manière très critique en raison de leurs consommations d'électricité démesurées. C'est une opération illusoire pour les populations qui pensent faire des économies en achetant ces réfrigérateurs et congélateurs à bon marché, pour se retrouver par la suite avec des coûts d'utilisation élevés. L'utilisation de vieux réfrigérateurs/congélateurs obère les efforts d'économie d'énergie tout en ne disposant que d'une faible capacité de stockage. Les appareils des classes d'efficacité inférieures ne devraient plus être autorisés sur le marché sénégalais. Certains pourraient encore contenir du gaz chlorofluorocarbène (CFC), nocif, qui est interdit en Europe depuis le milieu des années 90.

L'hypothèse retenue pour la diffusion de la mesure sur les équipements frigorifiques est celle d'une évolution non-linéaire qui arrivera à maturité en 2030. Le démarrage prévisionnel du remplacement des appareils inefficaces et la mise en place globale d'appareils comparables à la classe européenne A + est supposé démarrer en 2016.

Les investissements ont été évalués à partir des surcoûts liés à l'achat d'équipements efficaces (cf. annexe 7 pour les détails).

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie dans la production de froid représentée sur la figure 78, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 36.

**Figure 78 : Evolution des consommations d'énergie des équipements frigorifiques avec la promotion des équipements de haute performance énergétique (HPE)**





## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 36 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des équipements frigorifiques performants

Description	Equipements frigorifiques de Haute Performance Energétique (Renouvellement progressif par des équipements de classe énergétique A+)															N° Fiche			
																ELEC-06			
	Usage			Production de froid			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	561	603	648	702	750	797	843	891	944	999	1058	1110	1165	1221	1284	1343	14926
	kTep	Energie	48	52	55	60	64	68	72	76	81	86	91	95	100	105	110	115	1286
	MW	Pointe	82	88	95	103	110	117	123	131	138	147	155	163	171	179	188	197	
	GWh	Gains	-	1,8	4	10,7	22,9	43,8	82,3	152,3	241,9	359,9	484,5	575,9	661,3	722,8	775,7	819,8	4959,3
	kTep	Energie	-	0,2	0,3	0,9	2,0	3,8	7,1	13,1	20,9	31,0	41,8	49,6	57,0	62,3	66,9	70,7	427,5
	MW	Gains	-	0,3	0,5	1,5	3,1	6	11,3	20,8	33,1	49,3	66,4	78,9	90,6	99,0	106,2	112,2	679,2
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	1232	2649	7178	15332	29341	55140	102068	162047	241097	324588	385817	443057	484246	519690	549242	3322725
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Réglementation sur la performance énergétique Mise en place d'un système d'étiquetage énergétique Mise en place d'un système de contrôle de conformité						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion non linéaire (incubation, accélération et généralisation) Horizon de généralisation de la mesure 2030						Distributeurs d'équipements Experts EE ESCO						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME ASN MEDER						Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		141,944						768,7											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

#### 4.2.4. Economies d'énergie dans les procédés électriques

La consommation d'énergie des procédés électriques industriels est d'environ 188 GWh en 2013, d'après les calculs réalisés avec le modèle i-NES. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 296 GWh en 2030, soit une augmentation de 157%.

Etant donnée la très faible disponibilité d'information sur ce poste de consommation d'énergie une seule action d'économie d'énergie a été étudiée : la sensibilisation des industriels aux techniques de conservation de l'énergie les plus simples (isolation, étanchéité et réglage des paramètres).

Le déploiement de cette mesure passera uniquement par la mise en œuvre d'audits énergétiques qui permettront de détecter ces sources d'économies. La consommation d'énergie des procédés industriels comprend l'électrolyse, la production de chaleur, la production d'électricité, etc.

Le travail de collecte et d'analyse préliminaire réalisé n'a pas fourni d'informations détaillées sur les procédés industriels. Cependant, les plus grosses industries du Sénégal où l'on peut retrouver les procédés évoqués ici sont les industries du ciment, du phosphate, des mines de manière générale ; toutes ces industries étant proches du point de vue des équipements en question (four à résistance, réacteur d'électrolyse, four à induction,...) nous avons décidé de nous inspirer d'études sur l'industrie du ciment. Siemens<sup>84</sup> estime un potentiel d'économie d'énergie de plus de 20% pour l'industrie du ciment. L'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI) a donné en 2010 un aperçu sur les données de consommation d'énergie de l'industrie mondiale du ciment ; il apparaît que l'apport d'énergie moyenne mondiale s'élève à 109 kWh/t<sub>ciment</sub>, pour des consommations variant de 56 kWh/t<sub>ciment</sub> pour les entreprises utilisant les meilleures technologies disponibles, à 144 kWh/t<sub>ciment</sub> pour celles utilisant les installations les moins efficaces<sup>85</sup>.

Au Nigéria, le potentiel d'économie d'énergie grâce à la modernisation dans les industries est estimé à plus de 35 % de l'énergie actuellement consommée<sup>86</sup>. En raison du manque de données et de détails sur la situation énergétique de l'industrie sénégalaise, un potentiel d'économie d'énergie de 20 % a été estimé pour ce qui relève des mesures les plus faciles à exécuter telles que l'isolation des processus ou un meilleur contrôle des procédés (réduction des temps morts).

L'hypothèse retenue est celle d'une diffusion linéaire de cette mesure grâce à un programme renforcé d'audits énergétiques et de sensibilisation des industriels. La maturité de ce programme est prévue en 2026.

L'investissement retenu ici est essentiellement lié aux audits énergétiques pour lesquels nous avons considéré le travail de 2 experts pendant 10 jours, au taux journalier de 200000 FCFA par jour par industrie.

<sup>84</sup><http://www.Industry.Siemens.com/Datapool/Industry/industrysolutions/cement/de/Zementherstellung-de.pdf>

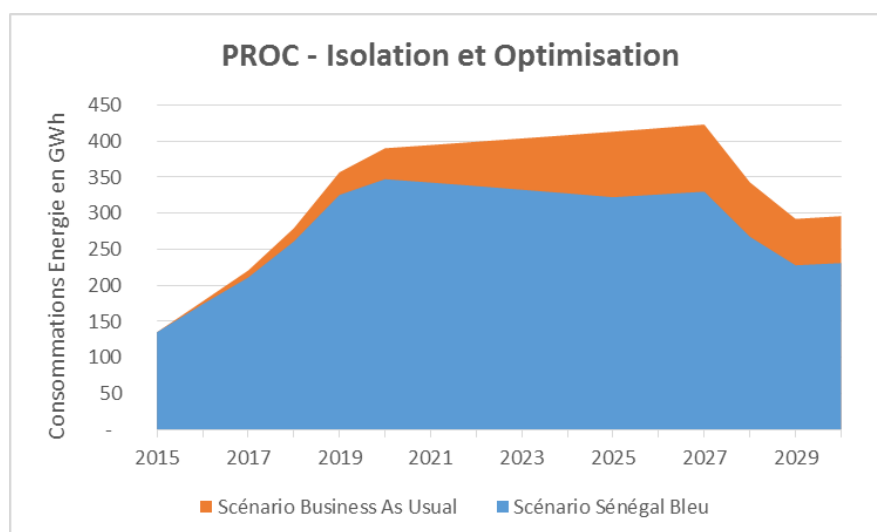
<sup>85</sup>[http://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/services/Energy\\_and\\_Climate\\_Change/Energy\\_Efficiency/Benchmarking\\_%20Energy\\_%20Policy\\_Tool.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/user_media/services/Energy_and_Climate_Change/Energy_Efficiency/Benchmarking_%20Energy_%20Policy_Tool.pdf)

<sup>86</sup> Pratiques de gestion de l'énergie industrielle au Nigeria, Prof. A. S. Sambo, 2007

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie des procédés représentée sur la figure 79, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 37.

**Figure 79 : Evolution des consommations d'énergie des procédés industriels avec la sensibilisation des industriels**



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 37 : Evolution des enjeux et impacts de la sensibilisation des industriels

Description	Procédés : Isolation et Optimisation (Isolation des fours électriques et Optimisation des temps de cycle en particulier aux démarrages et arrêts)														N° Fiche				
															ELEC-08				
	Usage			Procédés			Usagers			Tous			Secteurs			Secondaire			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	135,1	177,9	220,8	279,4	356,9	390,2	394,7	399,3	403,8	408,5	413,2	418,1	423,1	343,0	292,2	296,1	5352,4
	kTep	Energie	11,6	15,3	19,0	24,1	30,8	33,6	34,0	34,4	34,8	35,2	35,6	36,0	36,5	29,6	25,2	25,5	461,4
	MW	Pointe	16	21	26	33	42	46	47	47	48	48	49	49	50	40	34	35	
	GWh	Gains Energie	-	3,9	9,7	18,4	31,4	42,9	52,1	61,5	71,1	80,9	90,9	92,0	93,1	75,5	64,3	65,1	852,8
	kTep	Energie	-	0,3	0,8	1,6	2,7	3,7	4,5	5,3	6,1	7	7,8	7,9	8	6,5	5,5	5,6	73,5
	MW	Gains Pointe	-	0,4	1	2	3,4	4,6	5,6	6,6	7,6	8,7	9,7	9,9	10	8,1	6,9	7	91,4
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	2623	6509	12354	21043	28759	34910	41195	47618	54185	60906	61625	62372	50561	43076	43647	571381
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Obligation d'audits énergétiques pour les industriels						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion linéaire Horizon de généralisation de la mesure 2025 Seul le coût de l'audit et des études est considéré						Experts EE ESCO						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME						Amélioration de la performance des entreprises Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		16,85						132,2											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
		Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD											
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

#### 4.2.5. Economies d'énergie dans les équipements de bureau

La consommation d'énergie induite par les équipements électroniques utilisés dans les bureaux est d'environ 51 GWh en 2013, d'après les calculs réalisés avec le modèle i-NES. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 148 GWh en 2030, soit une augmentation de 292%.

Deux actions d'économies d'énergie ont été étudiées pour les équipements de bureau : la promotion des équipements de haute performance énergétique et la sensibilisation des usagers.

Les équipements électroniques utilisés dans les bureaux comprennent les ordinateurs, les imprimantes, les photocopieuses, les vidéoprojecteurs, les serveurs,... dont la ventilation exacte n'est pas connue. Cependant, on peut considérer que l'équipement le plus répandu est l'ordinateur. Le potentiel d'économie d'énergie des PC ou ordinateurs portables dépend de la configuration et également de l'âge (généralement : plus l'appareil est récent, plus il est efficace). Les ordinateurs portables sont jusqu'à 80% plus efficaces que les PC classiques avec écran cathodique. Les PC à écrans plats offre un potentiel d'économie de 62% par rapport aux écrans cathodiques (comme pour les téléviseurs). Nous avons estimé que dans des villes comme Dakar, 20 % usagers est équipé avec une technologie plus récente. Pour les 80% des usagers restants, une économie de 60 % par rapport à l'état actuel est supposée possible, principalement en raison du remplacement des anciens ordinateurs et des écrans, et par l'augmentation de l'utilisation des ordinateurs portables à la place des PC en général<sup>87</sup>. Pour les usagers qui utilisent déjà des appareils plus efficaces, le potentiel d'économie est estimé à environ 20 % grâce aux évolutions technologiques. Au total, le potentiel d'économies d'énergie avoisine 52 % sur le secteur.

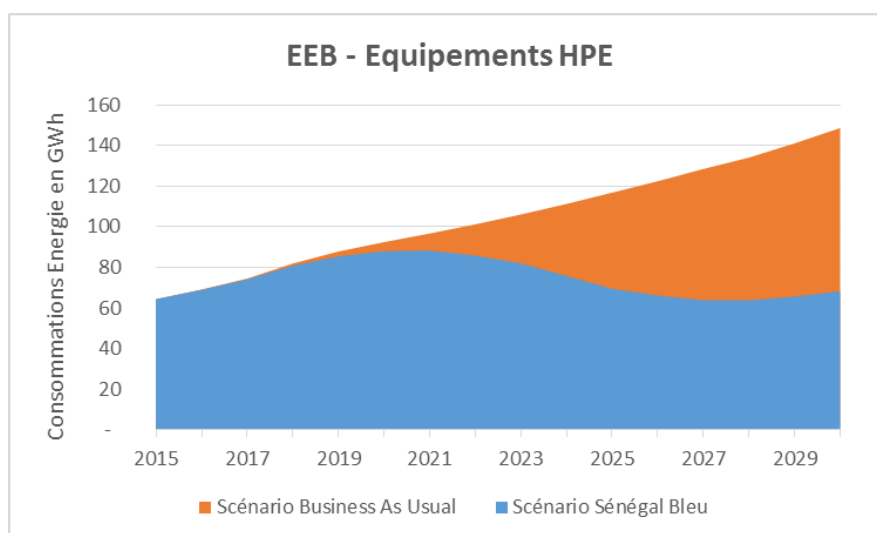
Les investissements ont été évalués à partir des surcoûts liés à l'achat d'équipements efficaces (cf. annexe 7 pour les détails).

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie des équipements électroniques de bureau représentée sur la figure 80, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 38.

<sup>87</sup><http://www.stromeffizienz.de/private-verbraucher/handlungsfelder/computer-und-it/heimbuero-co.html>

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 80 : Evolution des consommations d'énergie des équipements de bureau avec la promotion des équipements de haute performance énergétique (HPE)



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 38 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des équipements de bureau performants

Description	Equipements Electroniques de Bureau à Haute Performance Energétique (Renouvellement progressif par des équipements de classe énergétique A+)															N° Fiche			
																ELEC-09			
	Usage			Equipements Bureau			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande Energie	64,4	69,2	74,6	82	87,9	92,5	96,7	101,2	106,1	111,3	116,9	122,4	128,5	134,1	141,1	148,6	1677,4
	kTep		5,6	6	6,4	7,1	7,6	8	8,3	8,7	9,1	9,6	10,1	10,6	11,1	11,6	12,2	12,8	144,6
	MW	Pointe	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	
	GWh	Gains Energie	-	0,2	0,4	1,1	2,4	4,5	8,4	15,3	24,1	35,5	47,3	56,2	64,5	70,2	75,4	80,3	485,7
	kTep		-	0,02	0,03	0,1	0,2	0,4	0,7	1,3	2,1	3,1	4,1	4,9	5,6	6,1	6,5	6,9	41,9
	MW	Gains Pointe	-	0,01	0,03	0,1	0,2	0,3	0,6	1,1	1,7	2,5	3,3	4,0	4,6	5	5,3	5,7	34,3
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	125	270	741	1589	3012	5599	10255	16117	23753	31711	37654	43228	47060	50536	53776	325426
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Réglementation sur la performance énergétique Mise en place d'un système d'étiquetage énergétique Mise en place d'un système de contrôle de conformité						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion non linéaire (incubation, accélération et généralisation) Horizon de généralisation de la mesure 2030						Distributeurs d'équipements Experts EE ESCO						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME ASN MEDER						Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		459,494						75,3											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
6						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		



#### 4.2.6. Economies d'énergie dans les équipements de loisir

La consommation d'énergie induite par les équipements électroniques de loisir est d'environ 318 GWh en 2013, d'après les calculs réalisés avec le modèle i-NES. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 951 GWh en 2030, soit une augmentation de 298%.

Deux actions d'économies d'énergie ont été étudiées pour les équipements de loisir : la promotion des équipements de haute performance énergétique et la sensibilisation des usagers.

Les équipements électroniques de loisir (EEL) comprennent l'ensemble de la consommation d'énergie des téléviseurs, chaînes HIFI, téléphones... Bien que la ventilation de la consommation de chacun de ces équipements ne soit pas connue, faute d'enquête détaillée à l'échelle nationale, nous considérons que la principale consommation d'énergie sera due à l'utilisation des téléviseurs. Si on suppose qu'environ 90 % de la consommation d'énergie des EEL est due à des téléviseurs d'efficacité énergétique moyenne, équivalente des appareils de la classe européenne d'efficacité énergétique C, le potentiel d'économie lié à un remplacement par des équipements A+ serait alors d'environ 62 %.

Tableau 39 : Potentiel d'économie des téléviseurs suivant les classes d'efficacité énergétique<sup>88</sup>

Classe d'EE européenne	Potentiel par rapport à la classe F %	Potentiel par rapport à la classe E %	Potentiel par rapport à la classe D %	Potentiel par rapport à la classe C %
A +++	90	89	88	83
A ++	84	82	80	73
A +	77	74	71	62
A	70	67	63	50
B	58	53	48	30
C	40	33	25	-
D	20	11	-	-
E	10	-	-	-
F	-	-	-	-

Les 10 % de consommations restantes pour les EEL sont potentiellement attribuables aux appareils de consommation mineure tels que les chaînes HIFI, téléphones, récepteurs radio, répondeurs, etc. pour lesquels l'hypothèse d'un potentiel de 10%, grâce à des équipements plus performants, est raisonnable.

Le potentiel total d'économie d'énergie pour cet usage serait alors de près de 57 %. Nous avons considéré que cette mesure se développera de manière non-linéaire avec une maturité prévue en 2030.

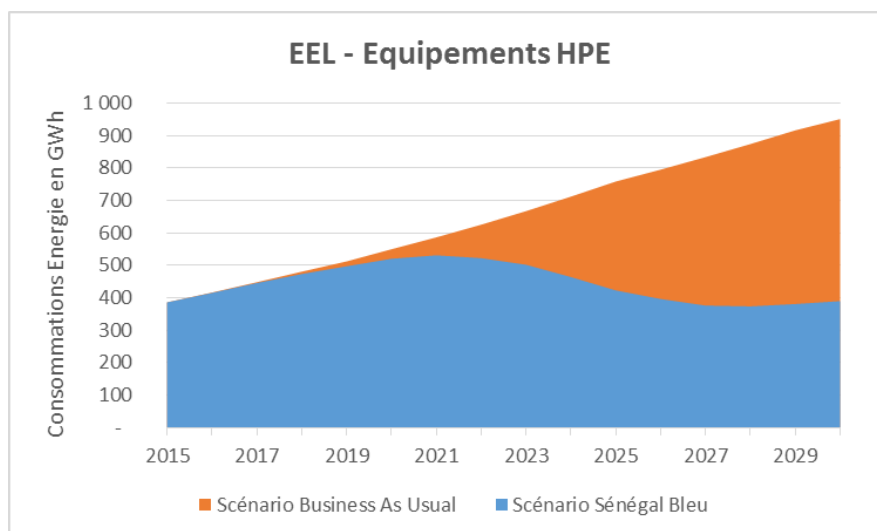
Les investissements ont été évalués à partir des surcoûts liés à l'achat d'équipements efficaces (cf. annexe 7 pour les détails).

<sup>88</sup> Source : <http://www.verivox.de/Themen/energieverbrauchskennzeichnung/>

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie des équipements électroniques de loisir représentée sur la figure 81, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 40.

**Figure 81 : Evolution des consommations d'énergie des équipements de loisir avec la promotion des équipements de haute performance énergétique (HPE)**



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 40 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des équipements de loisir performants

Description	Equipements Electroniques de Loisir à Haute Performance Energétique (Renouvellement progressif par des équipements de classe énergétique A+)															N° Fiche			
																ELEC-11			
	Usage			Equipements Loisir			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	386	416	448	480	512	549	586	625	667	711	758	795	833	873	916	950	10 513
	Tep	Energie	33	35	38	41	44	47	50	53	57	61	65	68	71	75	78	81	906
	MW	Pointe	76	82	88	94	101	108	115	123	131	140	149	156	164	172	180	187	
	GWh	Gains	-	1,2	2,7	7,1	15,1	29,2	55,4	103,4	165,4	247,8	335,6	398,8	457,4	500,1	535,1	561,1	3415,3
	Tep	Energie	-	0,1	0,2	0,6	1,3	2,5	4,8	8,9	14,3	21,4	28,9	34,4	39,4	43,1	46,1	48,4	294,4
	MW	Gains	-	0,2	0,5	1,3	2,9	5,5	10,5	19,6	31,4	47,1	63,8	75,8	87	95,1	101,7	106,6	649,2
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	823	1772	4751	10129	19560	37094	69246	110801	166034	224874	267186	306473	335080	358532	375921	2288278
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Réglementation sur la performance énergétique Mise en place d'un système d'étiquetage énergétique Mise en place d'un système de contrôle de conformité						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion non linéaire (incubation, accélération et généralisation) Horizon de généralisation de la mesure 2030						Distributeurs d'équipements Experts EE ESCO						
	Partenaires									Impacts Socio-économiques									
	AEME ASN MEDER									Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages									
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards									Economies Monétaires en Milliards								
		2 536,56									529,4								
	Années	Temps de retour									Origine Possible Financement								
4,8									GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD										
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

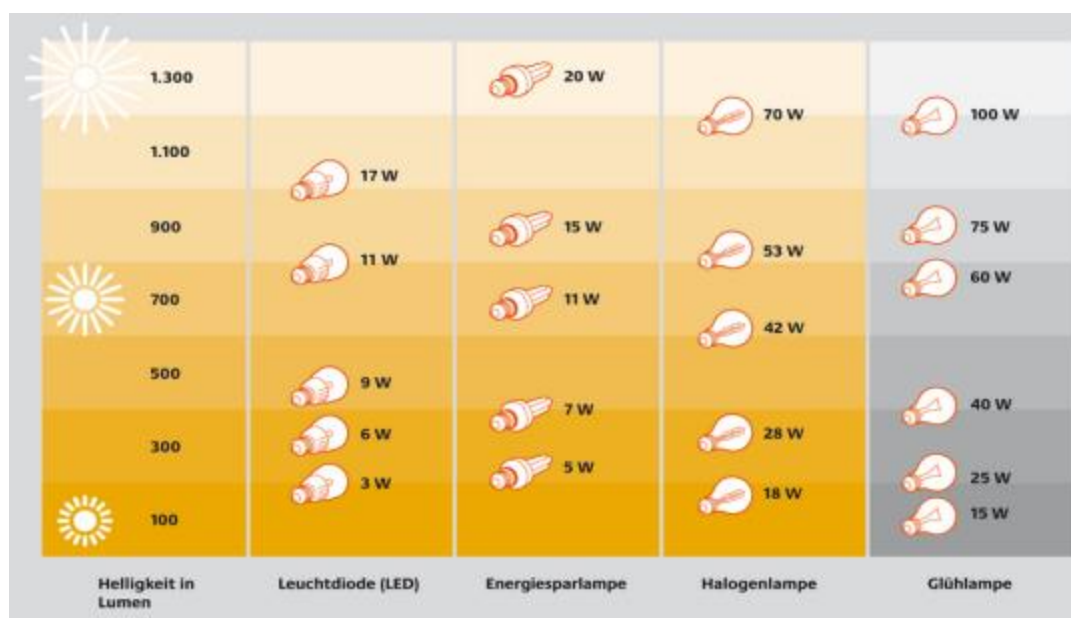
#### 4.2.7. Economies d'énergie dans l'éclairage

La consommation d'énergie induite par l'éclairage est d'environ 365 GWh en 2013, d'après les calculs réalisés avec le modèle i-NES. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 1168 GWh en 2030, soit une augmentation de 220%. En 2013, environ 12 % de cette consommation d'énergie a été utilisée pour l'éclairage public.

Deux actions d'économies d'énergie ont été étudiées pour l'éclairage : la promotion des équipements de haute performance énergétique et la sensibilisation des usagers développée dans la section §4.2.11.

Aucune enquête exhaustive n'existe à ce jour pour définir la ventilation de l'éclairage entre les différentes technologies possibles. Nous avons estimé qu'environ 5 % de l'éclairage au Sénégal utilisent déjà la technologie LED et 25 % utilisent les lampes fluorescentes compactes (CFL), première génération de lampes à économies d'énergie et les plus répandues dans les démarches d'économie d'énergie actuellement mises en place par les utilisateurs. Les 70% restants des lampes utilisées correspondent soit aux systèmes classiques tels que les ampoules à incandescence, à vapeur de mercure ou à vapeur de sodium. En raison de leur consommation élevée d'électricité, nous avons estimé, sur la base des hypothèses présentées ci-avant, que ces ampoules inefficaces sont responsables de plus de 90% de la consommation de l'électricité par l'éclairage électrique. Leur remplacement par des technologies efficaces (figures 82 et 83) offre un très grand potentiel d'économie d'énergie.

Figure 82 : Puissance des différentes technologies d'éclairage selon leur luminosité<sup>89</sup>



Nota :

<sup>89</sup> Source : DENA (Agence allemande de l'énergie)

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

L'utilisation sécurisée des LFC requiert une manipulation très prudente et une élimination encadrée. En effet, du fait des risques graves pour la santé et l'environnement qu'elles comportent, notamment à cause de leur teneur en mercure, les lampes fluorescentes compactes (LFC) devraient être limitées. En lieu et place, l'utilisation des Led devrait être encouragée.

Figure 83 : Potentiels d'économie sur l'éclairage des rues<sup>90</sup>

La solution retenue est celle de la généralisation de la technologie LED. Le remplacement des ampoules inefficaces permettrait d'économiser environ 75 % de la consommation d'électricité pour l'usage "Éclairage".

Le déploiement des LED est prévue suivant un profil de diffusion non-linéaire, avec une maturité prévue en 2030.

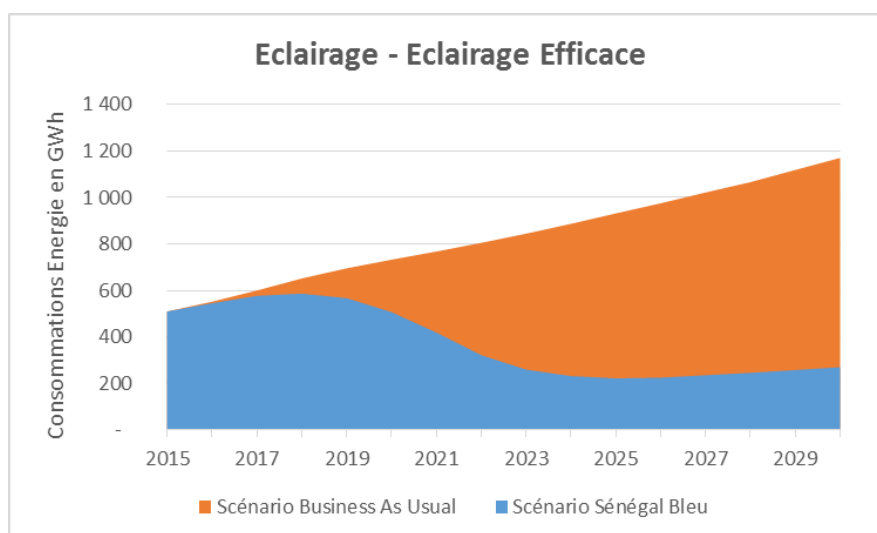
Les investissements ont été évalués à partir des surcoûts liés à l'achat d'équipements efficaces (cf. annexe 7 pour les détails).

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie de l'éclairage représentée sur la figure 84, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 41.

<sup>90</sup> <http://www.osram.com/media/resource/lightboxlarge2/333663/einsparpotenziale-strae.jpg>

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 84 : Evolution des consommations d'énergie de l'éclairage avec la promotion des systèmes à haute efficacité



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 41 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des systèmes d'éclairage efficaces

Description	Eclairage : Equipements Efficaces (Renouvellement progressif par des lampes basse consommation type LED)															N° Fiche			
																ELEC-13			
Gains	Usage			Eclairage			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande Energie	509	551	599	651	695	732	767	804	844	886	931	975	1021	1066	1118	1170	13328
	kTep		43	47	51	56	59	63	66	69	72	76	80	84	88	91	96	100	1149
	MW	Pointe	64	69	74	80	85	90	95	100	106	112	118	124	130	136	142	149	
	GWh	Gains Energie	-	2,12	4,6	12,54	26,8	50,8	94,6	173	273	402	538	638	731	796	852	901	5499
	kTep		-	0,2	0,4	1,1	2,3	4,4	8,2	15	23,6	34,7	46,4	55,03	63,07	68,6	73,5	77,7	474
	MW	Gains Pointe	-	0,8	2,8	7,8	15,3	27	42	58,6	71,3	80,3	87,5	92,7	97,2	101,8	106,8	111,4	903,0
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	1423	3093	8405	17932	34010	63359	116264	182997	269951	360540	427672	490175	533565	571435	604032	3684854
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Réglementation sur la performance énergétique Mise en place d'un système d'étiquetage énergétique Mise en place d'un système de contrôle de conformité						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion non linéaire (incubation, accélération et généralisation) Horizon de généralisation de la mesure 2026						Distributeurs d'équipements Experts EE ESCO						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME Collectivités locales						Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		154,04						852,5											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		



## 4.2.8. Economies d'énergie dans la force motrice

La consommation d'énergie induite par la force motrice est d'environ 382 GWh en 2013, d'après les calculs réalisés avec le modèle i-NES. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 740 GWh en 2030, soit une augmentation de 193%.

Deux actions d'économies d'énergie ont été étudiées pour l'éclairage : la promotion des variateurs de vitesses et celle des moteurs à haut rendement.

### 4.2.8.1. Variation de vitesse

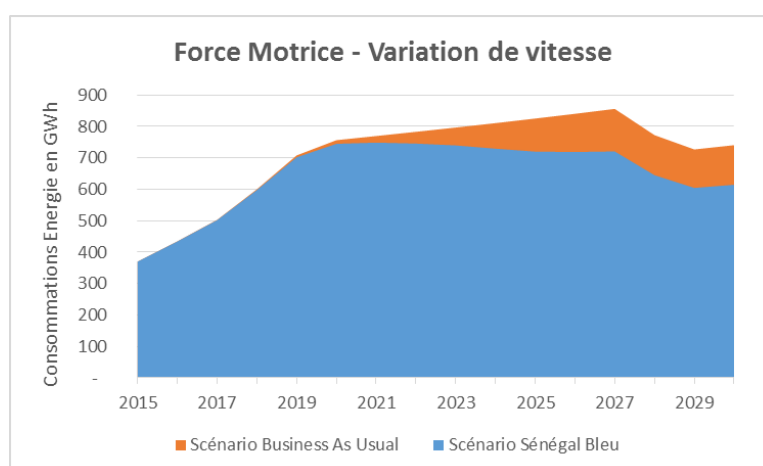
La variation de vitesse consiste à réguler la vitesse des moteurs électriques en fonction de la charge effective qu'ils doivent transporter. Ils sont particulièrement efficaces pour toutes les charges à débit variables (air, eau, solide fluidisé,...). Le potentiel d'économie pour l'utilisation de variateurs de vitesse dépend pour beaucoup du mode de fonctionnement du moteur. Pour les besoins de nos calculs nous avons retenu un potentiel de 15,5% sur la base de d'une présentation par Siemens<sup>91</sup>. Mais il convient de noter que le potentiel peut être plus important, allant jusqu'à 50% dans certains (systèmes de pompage par exemple).

Nous avons une progression non-linéaire pour la promotion des variateurs, avec un horizon de maturité fixé à 2030.

Les investissements ont été évalués à partir des surcoûts liés à l'acquisition de variateurs de vitesses, en fonction des niveaux de puissance en jeu (cf. annexe 7 pour les détails).

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie de la force motrice représentée sur la figure 85, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 44.

Figure 85 : Evolution des consommations d'énergie de la force motrice avec la promotion des variateurs de vitesse



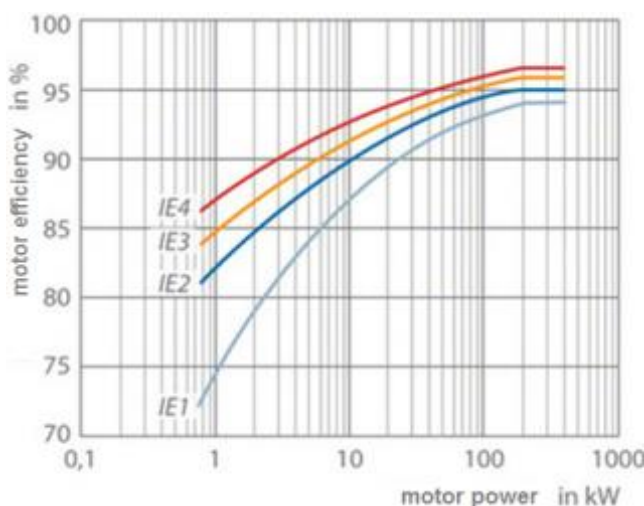
<sup>91</sup> <http://www.bmw.de/BMWi/Redaktion/PDF/P-R/presentation-energieeffizienz-potentiale-und-umsetzungshemmnisse-im-bereich-industrie>

#### 4.2.8.2. Moteurs à haut rendement

Les moteurs électriques, de par leur constitution, induisent des pertes électriques qui peuvent être plus ou moins grande suivant le niveau de puissance. Ces pertes expliquent la différence entre la puissance électrique absorbée et la puissance réellement utile pour compenser une charge mécanique. Cette différence est mesurée par le rendement électrique du moteur. La principale origine de ces pertes réside dans les choix technologiques de conception et dans les matériaux.

Il existe différentes classes d'efficacité des moteurs, qui sont défini dans un système international (cf. figure 86) selon des niveaux allant de 1 à 4. Le choix des classes supérieures offre un potentiel d'économie d'énergie plus ou moins important en fonction de la puissance électrique, allant de 13,0 % pour les petits moteurs à 3,2 % pour les gros moteurs.

Figure 86 : Spectre d'efficacité des moteurs en fonction de la puissance du moteur<sup>92</sup>



Le tableau 42 ci-dessous présente le potentiel d'économie d'énergie de la force motrice en fonction des niveaux de puissance en jeu.

Tableau 42 : Potentiels d'économie des moteurs électriques en fonction de la puissance<sup>93</sup>

Puissance	Efficacité énergétique des moteurs électriques		Potentiel d'économie	
	Classe d'efficacité IE1 en %	Classe d'efficacité IE4 en %	IE4 vs IE1 en %	Économies avec un variateur en plus en %
< = 1,5 kW	77	87	13,0	28,5
> 1, 5-10 kW	83	92	10,8	25,8
> 10 à 100 kW	90	96	6,7	22,2
> 100-1000 kW	94	97	3,2	18,7

<sup>92</sup>

[http://www.ksb.com/Kreiselpumpenlexikon\\_de/Pumpenlexikon/1563062/wirkungsgradklasse.html](http://www.ksb.com/Kreiselpumpenlexikon_de/Pumpenlexikon/1563062/wirkungsgradklasse.html)

<sup>93</sup> <http://www.elektroniknet.de/typo3temp/pics/20b4dafda6.jpg>, <http://www.Dolder-ING.ch/wissen/Elektro/Vergl-Wirts-El-Mo/doc/Vergl-El-Mot-Eff.htm>

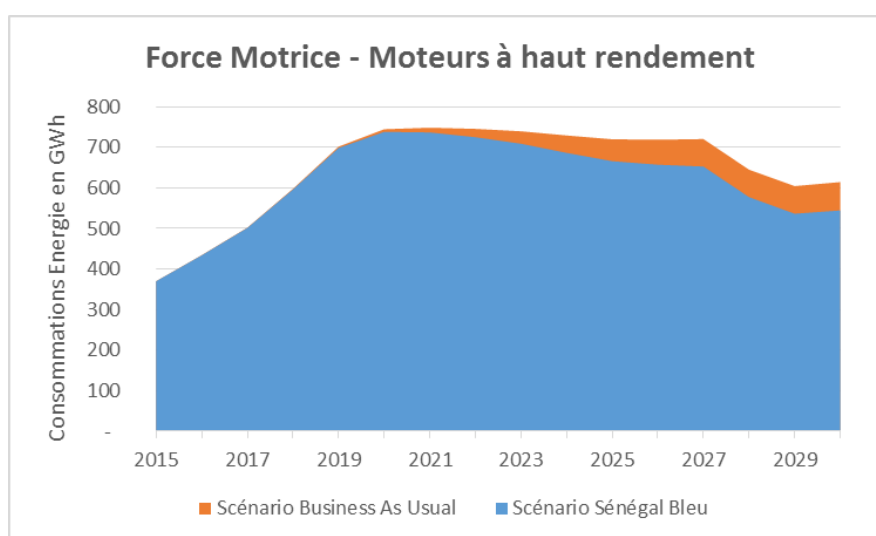
## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Sur la base de ces données, nous avons affecté un potentiel à chaque catégorie d'utilisateur, en tenant compte des caractéristiques qui ont été retenues dans le cadre de l'étude prospective.

Les investissements ont été évalués à partir des surcoûts liés à l'acquisition de moteurs à haut rendement, en fonction des niveaux de puissance en jeu (cf. annexe 7 pour les détails).

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie de la force motrice représentée sur la figure 87, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 43.

**Figure 87 : Evolution des consommations d'énergie de la force motrice avec la promotion des moteurs à haut rendement**



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 43 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des variateurs de vitesse

Description	Force Motrice : Variation de vitesse (En particulier pour les charges à débit variable : convoyage de matière solides, fluides et solides fluidisés)															N° Fiche			
																ELEC-15			
Gains	Usage			Force Motrice			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	370,1	434,8	503,1	600,5	708,1	756,5	769,6	783,0	796,7	810,8	825,4	840,4	856,0	772,5	726,9	740,5	11294,8
	kTep	Energie	31,9	37,5	43,4	51,8	61,0	65,2	66,3	67,5	68,7	69,9	71,2	72,4	73,8	66,6	62,7	63,8	973,7
	MW	Pointe	39	46	53	63	74	79	80	82	83	85	86	88	89	81	76	78	
	GWh	Gains	-	0,4	0,9	2,6	6,0	11,6	20,9	37,3	56,9	81,3	105,2	121,4	135,3	127,4	122,3	125,9	955,4
	kTep	Energie	-	0,03	0,1	0,2	0,5	1	1,8	3,2	4,9	7	9,1	10,5	11,7	11	10,6	10,9	82,4
	MW	Gains Pointe	-	0,04	0,1	0,2	0,6	1,1	2	3,5	5,4	7,7	10	11,6	12,9	12,2	11,7	12,1	91,1
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	248	573	1710	4033	7754	14025	24972	38114	54488	70509	81361	90669	85346	81970	84347	640119
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses								Acteurs Mise en Œuvre				
	Sensibilisation sur l'impact des variateurs de vitesse Mise en place d'un système de contrôle de conformité						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion non linéaire (incubation, accélération et généralisation) Horizon de généralisation de la mesure 2030								Distributeurs d'équipements Experts EE ESCO				
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME ASN MEDER						Amélioration de la performance des entreprises Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		112,605						148,1											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
		9 mois						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD											
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 44 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des moteurs à haut rendement

Description	Force Motrice : Moteurs à haut rendement (Utilisation des moteurs efficaces IE3 et IE4)															N° Fiche			
																ELEC-16			
	Usage			Force Motrice			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	370,1	434,4	502,2	597,9	702,1	744,9	748,7	745,8	739,9	729,5	720,2	718,9	720,6	645,1	604,6	614,7	10339,4
	kTep	Energie	31,9	37,4	43,3	51,5	60,5	64,2	64,5	64,3	63,8	62,9	62,1	62	62,1	55,6	52,1	53	891,4
	MW	Pointe	39	46	53	63	74	79	80	82	83	85	86	88	89	81	76	78	
	GWh	Gains	-	0,2	0,4	1,2	2,7	5,1	9,2	16,0	23,9	33,3	42,0	47,7	52,6	51,6	51,5	53,1	390,5
	kTep	Energie	-	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	0,8	1,4	2,1	2,9	3,6	4,1	4,5	4,5	4,4	4,6	33,7
	MW	Gains	-	0,02	0,05	0,1	0,3	0,6	1,1	1,9	3,0	4,3	5,6	6,5	7,2	7,4	7,5	7,8	53,3
	tCO <sub>2</sub>	Gains	-	123	276	800	1810	3418	6132	10732	16037	22308	28119	31961	35218	34598	34485	35588	261603
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Réglementation sur la performance énergétique Mise en place d'un système de contrôle de conformité						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion non linéaire (incubation, accélération et généralisation) Horizon de généralisation de la mesure 2030						Distributeurs d'équipements Experts EE ESCO						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME ASN MEDER						Amélioration de la performance des entreprises Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		14,97						60,52											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

### 4.2.9. Economies d'énergie dans la ventilation

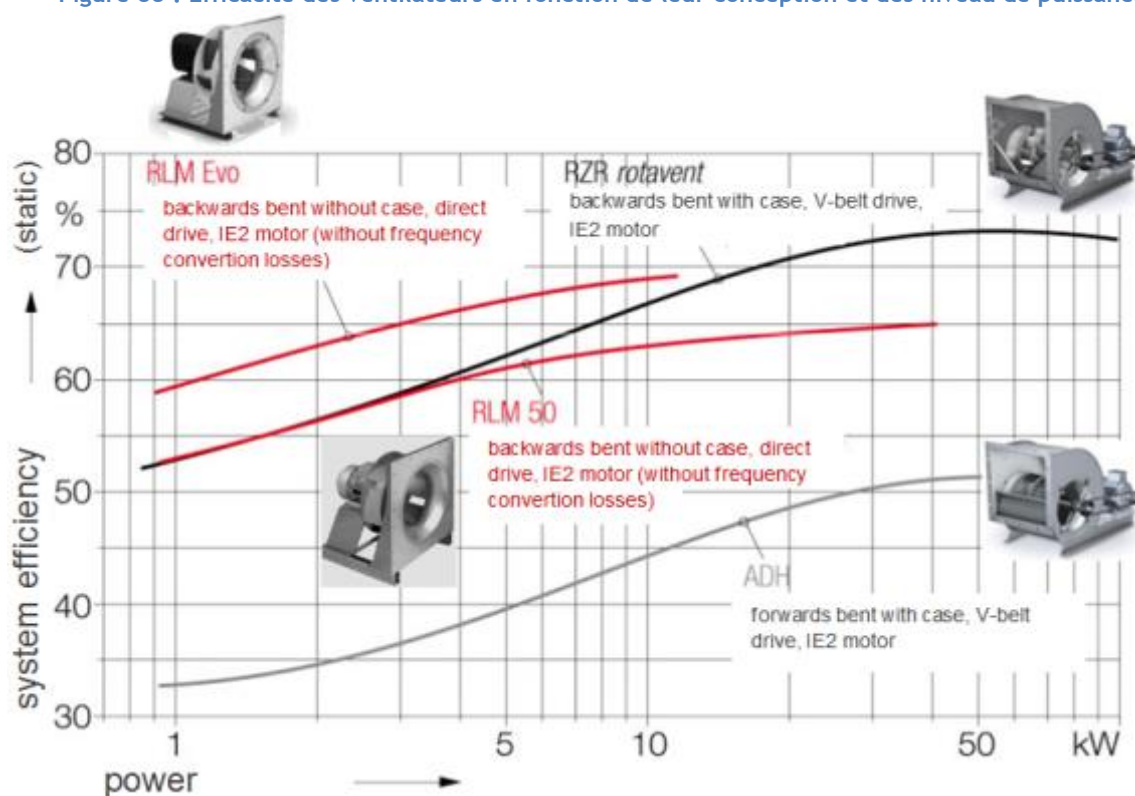
La consommation d'énergie induite par la ventilation est d'environ 168 GWh en 2013, d'après les calculs réalisés avec le modèle i-NES. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 505 GWh en 2030, soit une augmentation de 300%.

Deux actions d'économies d'énergie ont été étudiées pour l'éclairage : la promotion des ventilateurs de haute performance énergétique et celle des moteurs à haut rendement.

#### 4.2.9.1. Conception efficace

L'efficacité énergétique des ventilateurs dépend du type de lames, de moteur, du mécanisme d'entraînement (courroie ou out transmission directe), de l'intégration de régulateurs et de leurs types, le cas échéant. Par exemple, les ventilateurs avec des lames à pâles arrière sont jusqu'à 22% plus efficaces que ceux à pâles avant<sup>94</sup>, et les ventilateurs avec courroies plates sont 2 à 3 % plus efficaces que les dispositifs avec courroies trapézoïdales étroites. Le graphique suivant (figure 88) donne un exemple de l'efficacité de différents ventilateurs en fonction des niveaux de puissance.

Figure 88 : Efficacité des ventilateurs en fonction de leur conception et des niveau de puissance<sup>95</sup>



<sup>94</sup> [https://www.vdi.de/fileadmin/vdi\\_de/redakteur/bvs/bv\\_karlsruhe\\_dateien/Praesentation\\_\\_VDI\\_Nov12.pdf](https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur/bvs/bv_karlsruhe_dateien/Praesentation__VDI_Nov12.pdf)

<sup>95</sup> Moteurs de classe IE2, Source : source : NICOTRA/Gebhardt

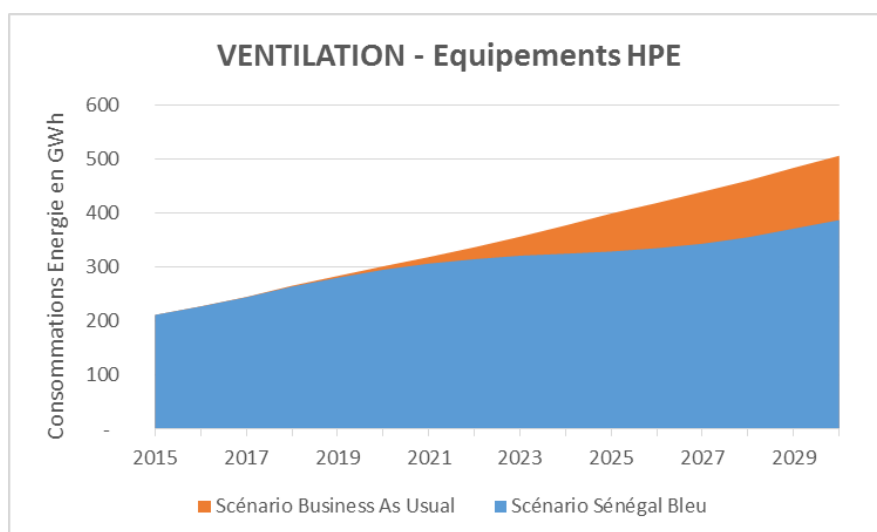
## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Sur cette base, nous avons estimé que les ventilateurs plus petits que 1,5 kW présentent un potentiel d'économie de 33% et les ventilateurs entre 1,5 kW et 10 kW pourraient permettre d'économiser 31,8% de l'énergie consommée, en raison de l'amélioration des moteurs et des pales vers l'arrière. Il est à noter que ce potentiel inclut l'efficacité associé à l'utilisation des moteurs les plus performants qui sera retraité dans la section suivante ; par conséquent, dans l'optique du calcul nous avons soustrait le potentiel associé aux moteurs à haut rendement de ces valeurs.

Le profil de diffusion retenu est non-linéaire avec une maturité prévue en 2030. Les investissements ont été estimés à partir des surcoûts liés à l'acquisition ventilateurs efficaces (cf. annexe 7 pour les détails).

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie de la ventilation représentée sur la figure 89, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 45.

Figure 89 : Evolution des consommations d'énergie de la ventilation avec la promotion des conceptions efficaces



#### 4.2.9.2. Moteurs à haut rendement

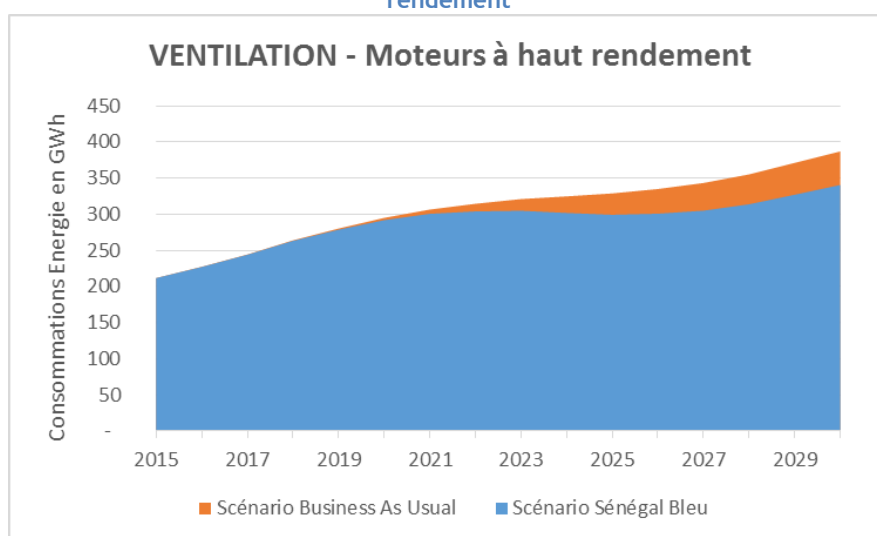
Cette mesure est identique à celle décrite pour la force motrice. Il est à noter que le potentiel retenu est fonction de la puissance des moteurs.

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie de la ventilation représentée sur la figure 90, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 46.



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 90 : Evolution des consommations d'énergie de la ventilation avec la promotion des moteurs à haut rendement



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 45 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des ventilateurs à haute performance énergétique

Description	Ventilation : Equipements à Haute Performance Energétique (Renouvellement progressif par des équipements de classe énergétique A+)															N° Fiche			
																ELEC-17			
Gains	Usage			Ventilation			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	211,6	227,5	244,8	265,5	283,6	301,4	318,5	336,7	356,2	377,1	399,2	418,6	439,2	460	483,6	505,8	5 629,6
	kTep	Energie	18,2	19,6	21,1	22,9	24,45	26	27,5	29,03	30,7	32,5	34,4	36,09	37,8	39,7	41,7	43,6	485,3
	MW	Pointe	32	35	37	41	43	46	49	51	54	58	61	64	67	70	74	77	
	GWh	Gains	-	0,3	0,6	1,6	3,3	6,4	12	22,2	35,2	52,3	70,4	83,6	96	104,8	112,5	118,8	719,9
	kTep	Energie	-	0,02	0,1	0,1	0,3	0,6	1	1,9	3	4,5	6,1	7,2	8,3	9	9,7	10,3	62,1
	MW	Pointe	-	0,04	0,1	0,2	0,5	0,9	1,7	3,2	5	7,5	10,1	11,9	13,7	15	16,1	17,0	102,8
tCO <sub>2</sub>	Gains	-	179	385	1045	2233	4271	8023	14844	23556	35032	47142	56021	64316	70262	75381	79651	482342	
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Réglementation sur la performance énergétique Mise en place d'un système d'étiquetage énergétique Mise en place d'un système de contrôle de conformité						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion non linéaire (incubation, accélération et généralisation) Horizon de généralisation de la mesure 2030						Distributeurs d'équipements Experts EE ESCO						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
AEME ASN MEDER						Amélioration du cadre de vie et de la performance des entreprises Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		165,09						111,6											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
1,5						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 46 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des moteurs à haut rendement pour la ventilation

Description	Ventilation : Moteurs à Haut Rendement (Utilisation des moteurs efficaces IE3 et IE4)															N° Fiche			
																ELEC-18			
	Usage			Ventilation			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	211,7	227,3	244,3	263,9	280,3	295,1	306,5	314,6	321,1	324,8	328,9	335	343,2	355,2	371,1	387	4909,7
	kTep	Energie	18,2	19,6	21,1	22,8	24,2	25,4	26,4	27,1	27,7	28	28,4	28,9	29,6	30,6	32	33,4	423,3
	MW	Pointe	32	35	37	41	43	46	49	51	54	58	61	64	67	70	74	77	
	GWh	Gains	-	0,1	0,3	0,8	1,7	3,2	5,9	10,6	16,2	23,0	29,6	34,2	38,3	41,3	44,1	46,4	295,7
	kTep	Energie	-	0,01	0,03	0,1	0,1	0,3	0,5	0,9	1,4	2	2,6	3	3,3	3,6	3,8	4	25,5
	MW	Gains	-	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	0,8	1,5	2,4	3,6	4,8	5,7	6,5	7,1	7,7	8,1	49,1
	tCO <sub>2</sub>	Gains	-	91	196	531	1127	2135	3943	7081	10842	15408	19830	22892	25664	27700	29537	31115	198092
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Réglementation sur la performance énergétique Mise en place d'un système de contrôle de conformité						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Profil de diffusion non linéaire (incubation, accélération et généralisation) Horizon de généralisation de la mesure 2030						Distributeurs d'équipements Experts EE ESCO						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME ASN MEDER						Amélioration du cadre de vie et de la performance des entreprises Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat de ménages												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		232,993						45,8											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
5						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

#### 4.2.10. Economies d'énergie dans l'eau chaude sanitaire

La consommation d'énergie induite par le chauffage de l'eau sanitaire est d'environ 37 GWh en 2013, d'après les calculs réalisés avec le modèle i-NES. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 122 GWh en 2030, soit une augmentation de 322%.

Deux actions d'économies d'énergie ont été étudiées pour l'éclairage : la promotion des chauffe-eau solaires et la sensibilisation des usagers à une meilleure utilisation de l'énergie.

Au Sénégal, le potentiel pour l'utilisation de l'énergie solaire est très élevé. Le rayonnement solaire moyen est compris entre 1850 kWh/m<sup>2</sup> et 2080 kWh/m<sup>2</sup> par an, en fonction de l'emplacement (en comparaison : la moyenne est comprise entre 900 kWh/m<sup>2</sup> à 1150 kWh/m<sup>2</sup> en Allemagne). Étant donné la qualité de cette ressource solaire au Sénégal, il est pertinent d'affirmer que 100 % de l'eau chaude sanitaire peut être générée à l'aide de l'énergie solaire (figure 91). Toutefois, certaines exigences subsistent pour l'utilisation de la technologie, avec comme principale limite dans les villes la disponibilité de l'espace nécessaire et les contraintes architecturales (immeubles à plusieurs étages, ombrages). En effet, les installations sur le toit des immeubles ne seront jamais suffisantes pour alimenter tous les consommateurs qu'ils abritent avec de l'eau chauffée au solaire ; ce, même en utilisant des installations sur les façades, qui ne seront pas toujours possibles du fait des emplacements et de la contiguïté des bâtiments. Pour ces raisons, nous n'avons pas retenu l'hypothèse du chauffage de l'eau assuré à 100% par le solaire ; différentes hypothèses ont été formulées selon les catégories d'usagers.

Figure 91 : Exemple de toit avec système de chauffe-eau solaire



Les hypothèses suivantes ont été posées concernant le potentiel d'eau chauffée par énergie solaire pour différents types de consommateurs/bâtiments en pourcentage :

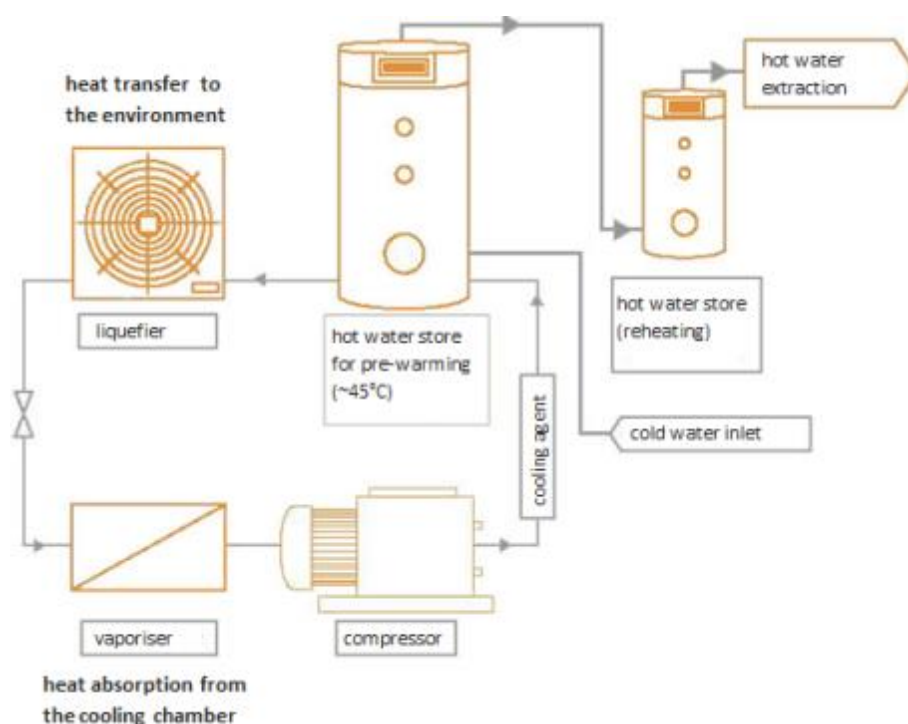
- 30% des ménages.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

- 80% des écoles (estimation : principalement des bâtiments simples avec suffisamment d'espace sur le toit pour la demande).
- 80% des lieux de sports et de loisirs (estimation : principalement des bâtiments simples avec suffisamment d'espace sur le toit pour la demande).
- 80% des hôtels (estimation : principalement des bâtiments simples avec suffisamment d'espace sur le toit pour la demande).
- 30% des restaurants (estimation : uniquement sur un seul étage le plus souvent, dans des bâtiments plus élevés avec moins d'espace).
- 40% des institutions administratives et des consommateurs/utilisateurs comparables pourraient couvrir leur demande d'eau chaude en utilisant l'énergie solaire.
- 70% de l'agriculture, la pêche etc. (ces derniers disposent de plus d'espace pour utiliser l'énergie solaire).
- 20% de l'industrie (30 % de la demande de chaleur industrielle est inférieure à 100°C, et peut être entièrement couverte par l'énergie solaire. L'objectif de 20% d'énergie semble ainsi réaliste<sup>96</sup>).

**Nota :**

Pour les nouvelles constructions où l'infrastructure doit encore être mise en place, il est possible de centraliser l'approvisionnement en eau chaude et de la coupler avec la récupération de chaleur à partir d'une climatisation centralisée (figure 92). Un potentiel d'économie pour cette mesure ne peut toutefois être calculé ici, il s'agit uniquement d'une sensibilisation.

Figure 92 : Utilisation de la récupération de chaleur pour l'eau chaude<sup>97</sup>

Le profil de diffusion retenu est linéaire avec une maturité prévue en 2030. Les investissements ont été estimés à partir des surcoûts liés à l'acquisition des chauffe-eau solaire (cf. annexe 7 pour les détails).

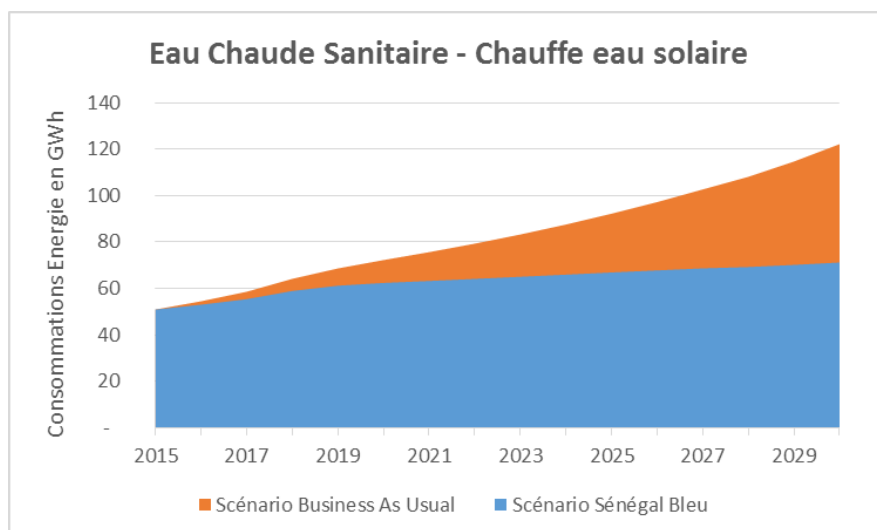
<sup>96</sup> [http://www.saena.de/download/Broschueren/FU\\_Solare\\_Prozesswaerme\\_Solarthermie.pdf](http://www.saena.de/download/Broschueren/FU_Solare_Prozesswaerme_Solarthermie.pdf)

<sup>97</sup> Source : Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (LfU), 2003, Bäckerhandwerk Energie sparen - Kosten senken, Augsburg.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à la réduction des consommations d'énergie de la ventilation représentée sur la figure 93, avec des gains et des investissements résumés dans le tableau 47.

**Figure 93 : Evolution des consommations d'énergie de l'eau chaude sanitaire avec la promotion du chauffage solaire**





## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 47 : Evolution des enjeux et impacts de la promotion des chauffe-eau solaires

Description	Eau Chaude Sanitaire : Chauffe-eau solaire (Remplacement des systèmes de chauffage électrique par des systèmes de chauffage solaire)															N° Fiche				
																ELEC-19				
Gains	Usage			Eau Chaude Sanitaire				Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul	
	GWh	Demande	50,8	54,5	58,6	64,1	68,6	72,2	75,6	79,3	83,3	87,6	92,3	97,3	102,7	108,1	114,7	122,2	1332,1	
	kTep	Energie	4,4	4,7	5,1	5,5	5,9	6,2	6,5	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,9	9,3	9,9	10,5	114,8	
	MW	Pointe	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11		
	GWh	Gains	-	1,5	3,2	5,3	7,5	9,9	12,4	15,2	18,3	21,6	25,4	29,5	34,0	38,9	44,6	51,1	318,3	
	kTep	Energie	-	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,4	3,8	4,4	27,4	
	MW	Gains Pointe	-	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,3	3,8	4,4	27,3	
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	998	2145	3517	5018	6606	8311	10180	12234	14498	16999	19749	22805	26081	29875	34209	213228	
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses								Acteurs Mise en Œuvre					
	Formation de techniciens qualifiés pour dimensionner et installer les chauffe-eau solaires						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Coût de la publicité ramené au nombre d'Usagers types Publicité dans 3 média tout au long de l'année Horizon de généralisation de la mesure 2020								Distributeurs d'équipements Experts EE ESCO					
	Partenaires									Impacts Socio-économiques										
	AEME ASN MEDER									Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages										
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards									Economies Monétaires en Milliards									
		84,453									49,3									
	Années	Temps de retour									Origine Possible Financement									
1,7									GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD											
Suivi	Suivi-Exploitation																			
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																			



#### 4.2.11. Sensibilisation des usagers

Plusieurs paramètres contrôlés par l'utilisateur contribuent, lorsqu'ils ne sont pas bien définis, à l'accroissement de la consommation des équipements électriques étudiés dans cette section (électroménager, équipements de loisir, équipements de bureau, eau chaude...). Il s'agit notamment :

- Pour les équipements électroménagers : des consignes de température ou de vitesse d'essorage par exemple sur les machines à laver, de la marche en veille,...
- Pour les équipements de loisirs : des consommations en veille, des pratiques des utilisateurs qui utilisent ces équipements pour mettre l'ambiance dans une maison, des clients qui oublient d'éteindre leurs équipements en sortant de leurs chambres d'hôtels,...
- Pour les équipements de bureau : des consommations en veille, des oublis d'extinction d'appareils dans les bureaux, d'utilisations abusives en dehors des besoins strictement professionnels,...
- Pour le froid : du réglage des thermostats, de l'emplacement des équipements (souvent dans pièces fermées, voire d'ambiance chaude comme la cuisine, réduisant l'efficacité des compresseurs), de l'accumulation du givre, de l'étanchéité des chambres froides,...
- Pour l'éclairage : de l'utilisation diurne, de l'oubli d'extinction en cas d'absence ou la nuit dans les bureaux, de durées d'allumage inappropriées pour l'éclairage public par exemple,...
- Pour l'eau chaude sanitaire : de réglage des thermostats, de l'isolation des circuits, de l'extinction en cas d'absence prolongée par exemple dans la journée afin d'éviter la compensation des pertes même sans utilisation.

Dans le cadre de cette étude, nous avons retenu que le changement de comportement des usagers pouvait offrir un potentiel d'économie de 15% compte tenu des pratiques actuelles en cours au Sénégal et des leviers présentés ci-dessus. Ce chiffre est inspiré des potentiels d'économies habituellement annoncés dans la littérature pour les actions comportementales en Europe<sup>98</sup>.

Le profil de diffusion retenu pour cette mesure est linéaire, avec une hypothèse de maturité en 2020 dans la mesure où une campagne efficace de publicité permettrait d'atteindre les objectifs fixés. L'hypothèse retenue pour l'évaluation des coûts de cette communication est la même que celle présentée pour la climatisation.

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit aux réductions des consommations d'énergie pour les différents usages cités (cf. figures 94 à 99), avec des gains et des investissements résumés dans les tableaux 48 à 53.

<sup>98</sup> ADEME, plus expertise Consultant basée sur l'observation des pratiques au Sénégal.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 94 : Evolution des consommations d'énergie des équipements électroménagers avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers

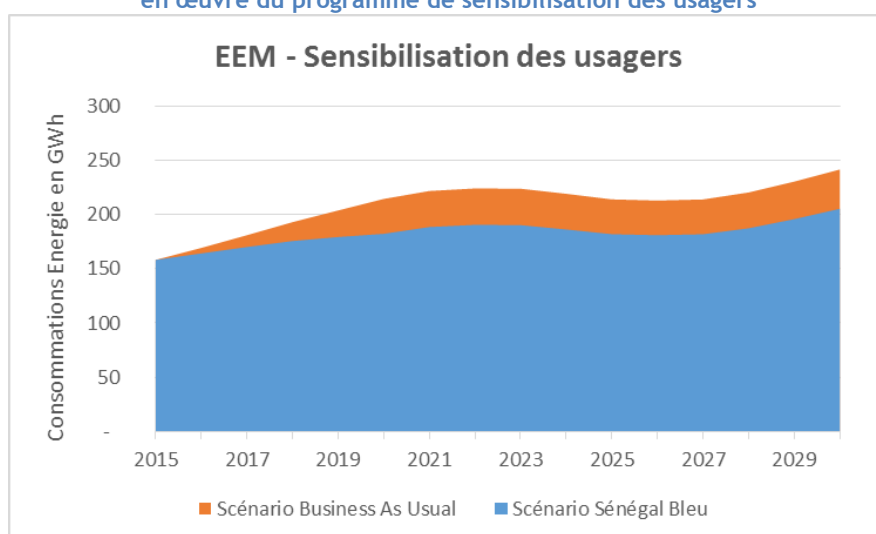
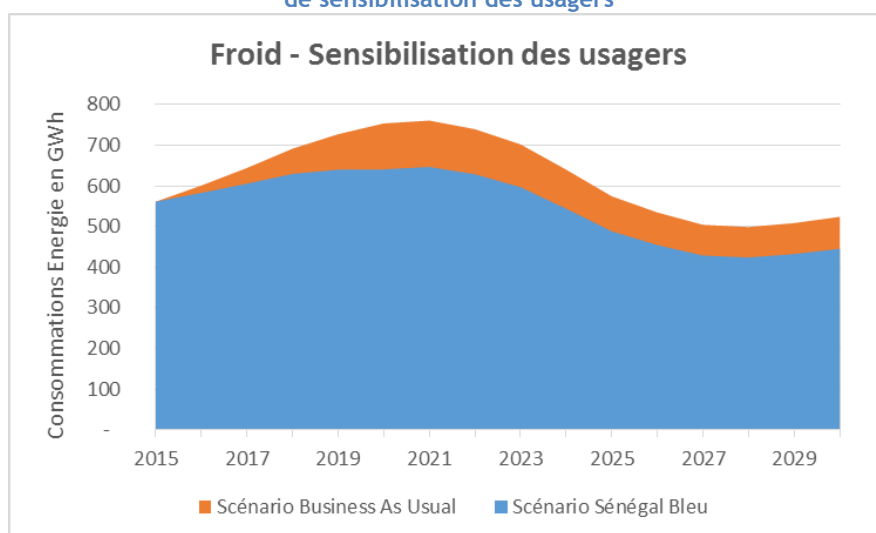


Figure 95 : Evolution des consommations d'énergie du froid avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 96 : Evolution des consommations d'énergie des équipements de bureau avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers

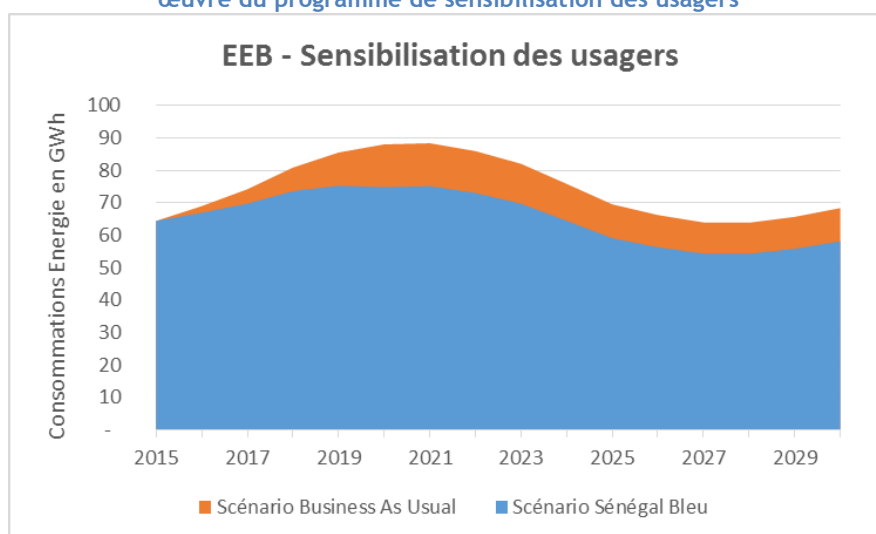
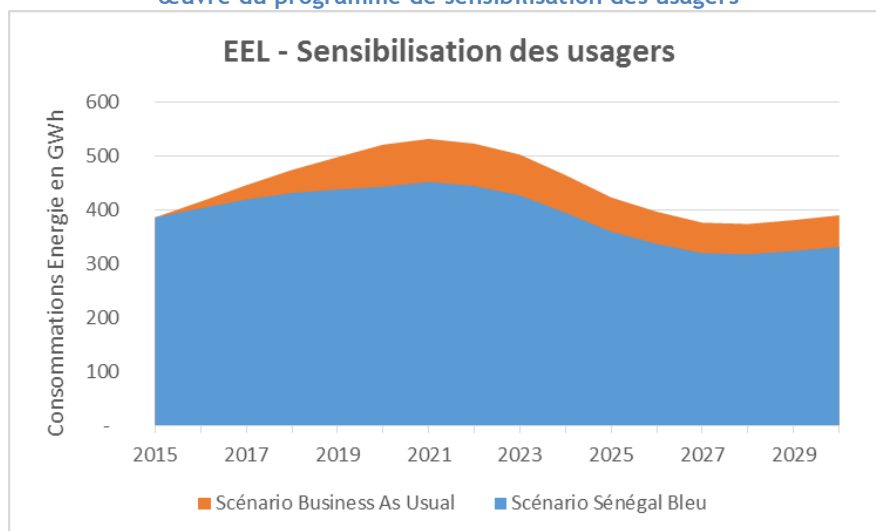


Figure 97 : Evolution des consommations d'énergie des équipements de loisir avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 98 : Evolution des consommations d'énergie de l'éclairage avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers

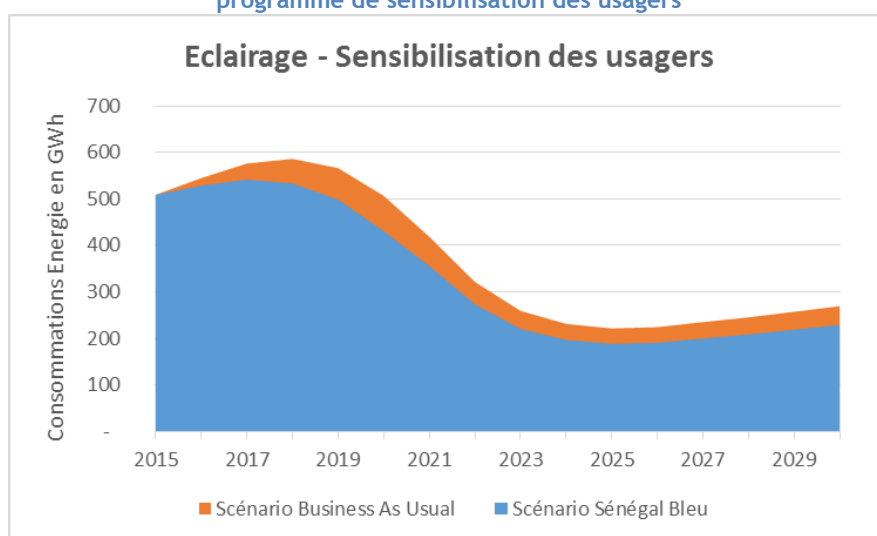
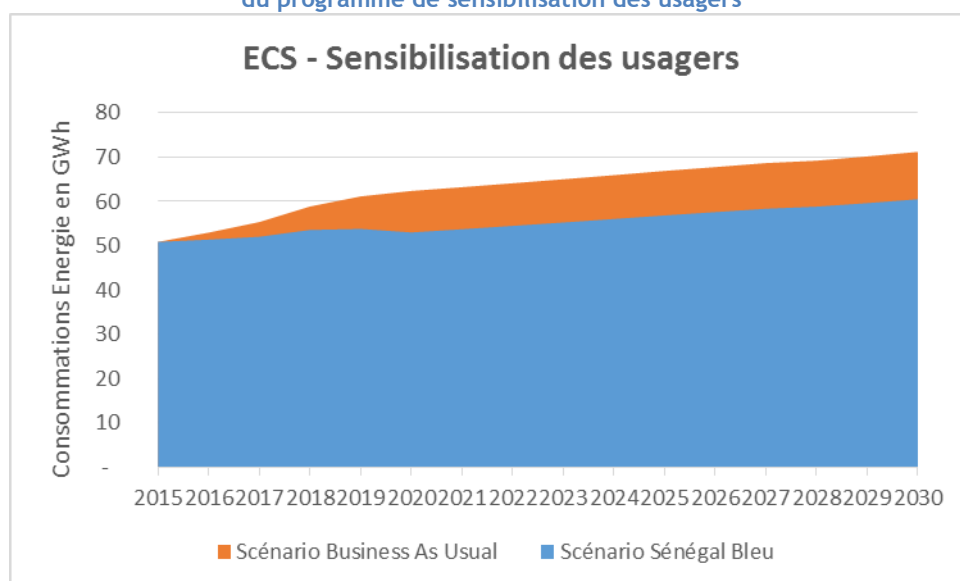


Figure 99 : Evolution des consommations d'énergie de l'eau chaude sanitaire avant et après mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 48 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation équipements électroménagers

Description	Equipements Electroménagers : Sensibilisation des Usagers (Consignes de températures ou de puissance pour les lave-linge, fours, microondes... ; durée d'utilisation)															N° Fiche				
																ELEC-05				
Gains	Usage			Electroménager				Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul	
	GWh	Demande	158,3	169,4	181,1	193,1	203,9	214,5	221,9	224,2	223,9	219,3	214,2	213	214,1	220,5	230,5	241,7	3343,6	
	kTep	Energie	13,7	14,6	15,6	16,7	17,6	18,5	19,1	19,3	19,3	18,9	18,5	18,4	18,5	19	19,9	20,8	288,3	
	MW	Pointe	48	52	56	60	64	68	73	77	83	88	94	99	105	111	118	124		
	GWh	Gains	-	5,1	10,9	17,4	24,5	32,2	33,3	33,6	33,6	32,9	32,1	32	32,1	33,1	34,6	36,3	423,5	
	kTep	Energie	-	0,4	0,9	1,5	2,1	2,8	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	36,5	
	MW	Gains	-	1	2,2	3,6	5,1	6,8	7,3	7,7	8,3	8,8	9,4	9,9	10,5	11,1	11,8	12,4	116,0	
	tCO <sub>2</sub>	Gains	-	3404	7278	11645	16393	21560	22296	22537	22506	22036	21522	21410	21516	22164	23167	24291	283726	
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre							
	Préparation de supports de communication efficaces et faciles à comprendre da plusieurs langues (français et langues nationales)						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Coût de la publicité ramené au nombre d'Usagers types Publicité dans 3 média tout au long de l'année Horizon de généralisation de la mesure 2020						Ensemble des citoyens (particuliers et professionnels) Centres d'information-conseil							
	Partenaires						Impacts Socio-économiques													
AEME RTS et Autres média radiotélévisés						Eveil de la conscience éco-citoyenne et éducation des populations Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages														
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards												
		0,21						65,6												
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement												
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD														
Suivi	Suivi-Exploitation																			
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																			

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 49 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation des équipements frigorifiques

Description	Equipements frigorifiques : Sensibilisation des Usagers (Réglage du thermostat, dégivrage, étanchéité, inertie thermique)															N° Fiche			
																ELEC-07			
	Usage			Production Froid			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande Energie	561,2	601,1	644,3	691,7	727,4	753,9	760,9	739,6	702,2	640,0	574,5	534,8	504,3	498,7	508,8	524,1	9967,5
	kTep		48,4	51,8	55,5	59,6	62,7	65	65,6	63,8	60,5	55,2	49,5	46,1	43,5	43	43,9	45,2	859,3
	MW	Pointe	82	88	95	103	110	117	123	131	138	147	155	163	171	179	188	197	
	GWh	Gains Energie	-	18,03	38,7	62,3	87,3	113,1	114,1	110,9	105,3	96,0	86,2	80,2	75,7	74,8	76,3	78,6	1217,5
	kTep		-	1,6	3,3	5,4	7,5	9,8	9,8	9,6	9,1	8,3	7,4	6,9	6,5	6,5	6,6	6,8	105,0
	MW	Gains Pointe	-	1,8	3,8	6,2	8,8	11,7	12,3	13,1	13,8	14,7	15,5	16,3	17,1	17,9	18,8	19,7	191,3
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	12081	25899	41715	58484	75766	76474	74328	70568	64321	57734	53743	50690	50123	51130	52673	815728
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Préparation de supports de communication efficaces et faciles à comprendre da plusieurs langues (français et langues nationales)						155 FCFA par kWh d'énergie economisee Coût de la publicité ramené au nombre d'Usagers types Publicité dans 3 média tout au long de l'année Horizon de généralisation de la mesure 2020						Ensemble des citoyens (particuliers et professionnels) Centres d'information-conseil						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME RTS et Autres média radiotélévisés						Eveil de la conscience éco-citoyenne et éducation des populations Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		0,37						188,7											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique																		
	Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 50 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation des équipements de bureau

Description	Equipements Electroniques de Bureau : Sensibilisation des Usagers (Exploitation des fonctions veille, interruption en dehors des horaires de bureau)															N° Fiche			
																ELEC-10			
Gains	Usage			Equipements Bureau			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	64,4	69	74,2	80,9	85,5	88	88,4	85,9	82	75,8	69,5	66,2	64,0	63,9	65,7	68,4	1191,7
	kTep	Energie	5,6	5,9	6,4	7	7,4	7,6	7,6	7,4	7,1	6,5	6	5,7	5,5	5,5	5,7	5,9	102,7
	MW	Pointe	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10	11	
	GWh	Gains	-	2,1	4,5	7,3	10,3	13,2	13,3	12,9	12,3	11,4	10,4	9,9	9,6	9,6	9,9	10,3	146,7
	kTep	Energie	-	0,2	0,4	0,6	0,9	1,1	1,1	1,1	1,1	1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	12,7
	MW	Gains	-	0,1	0,2	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1	1	1,1	10,7
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	1387	2982	4876	6874	8844	8880	8635	8242	7620	6988	6657	6427	6418	6599	6871	98300
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Préparation de supports de communication efficaces et faciles à comprendre da plusieurs langues (français et langues nationales)						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Coût de la publicité ramené au nombre d'Usagers types Publicité dans 3 média tout au long de l'année Horizon de généralisation de la mesure 2020						Ensemble des citoyens (particuliers et professionnels) Centres d'information-conseil						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Coûts	AEME RTS et Autres média radiotélévisés						Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages												
	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
Suivi	0,44						22,7												
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
	Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD												
	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique																		
	Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 51 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation des équipements de loisir

Description	Equipements Electroniques de Loisir : Sensibilisation des Usagers (Interruption des consommations de veille, sensibilisation sur les durées et plages d'utilisation raisonnables)															N° Fiche			
																ELEC-12			
Gains	Usage			Equipements Electroniques de Loisir			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande Energie	386	415,3	445,7	473,6	497,3	520,6	531,1	522,3	502	464,1	422,9	396,4	376,2	373,7	381,0	389,9	7098,2
	kTep		33,3	35,8	38,4	40,8	42,9	44,9	45,8	45	43,3	40	36,5	34,2	32,4	32,2	32,8	33,6	611,9
	MW	Pointe	76	82	88	94	101	108	115	123	131	140	149	156	164	172	180	187	
	GWh	Gains Energie	-	12,5	26,7	42,6	59,7	78,1	79,7	78,3	75,3	69,6	63,4	59,5	56,4	56,1	57,2	58,5	873,5
	kTep		-	1,1	2,3	3,7	5,1	6,7	6,9	6,8	6,5	6	5,5	5,1	4,9	4,8	4,9	5	75,3
	MW	Gains Pointe	-	1,6	3,5	5,7	8,1	10,8	11,5	12,3	13,1	14,0	14,9	15,6	16,4	17,2	18,0	18,7	181,6
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	8346	17917	28559	39985	52321	53378	52488	50451	46641	42497	39838	37811	37563	38293	39185	585273
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Préparation de supports de communication efficaces et faciles à comprendre da plusieurs langues (français et langues nationales)						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Coût de la publicité ramené au nombre d'Usagers types Publicité dans 3 média tout au long de l'année Horizon de généralisation de la mesure 2020						Ensemble des citoyens (particuliers et professionnels) Centres d'information-conseil						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME RTS et Autres média radiotélévisés						Eveil de la conscience éco-citoyenne et éducation des populations Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		0,49						135,4											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 52 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation de l'éclairage

Description	Eclairage : Sensibilisation des Usagers (Privilégier la lumière naturelle, zoning, extinction en cas d'absence)															N° Fiche			
																ELEC-14			
Gains	Usage			Eclairage			Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	509,2	545,2	576,5	586,4	566,7	506,9	418,9	321,5	259,3	231,3	221,5	224,3	235,0	245,2	257,3	269,3	5974,5
	kTep	Energie	43,9	47	49,7	50,6	48,9	43,7	36,1	27,7	22,4	19,9	19,1	19,3	20,3	21,1	22,2	23,2	515,1
	MW	Pointe	64	69	74	80	85	90	95	100	106	112	118	124	130	136	142	149	
	GWh	Gains	-	16,5	35,7	57,5	80,2	102,3	101	94,7	85,7	72,6	59,1	50,5	43,5	40,5	39,9	40,4	920
	kTep	Energie	-	1,4	3,1	5	6,9	8,8	8,7	8,2	7,4	6,3	5,1	4,4	3,8	3,5	3,4	3,5	79,3
	MW	Gains	6,4	6,9	7,4	8	8,5	9	9,5	10	10,6	11,2	11,8	12,4	13	13,6	14,2	14,9	
tCO <sub>2</sub>	Gains	-	11043	23919	38539	53742	68514	67637	63449	57429	48639	39566	33864	29150	27121	26728	27064	616403	
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Préparation de supports de communication efficaces et faciles à comprendre da plusieurs langues (français et langues nationales)						155 FCFA par kWh d'énergie économisée Coût de la publicité ramené au nombre d'Usagers types Publicité dans 3 média tout au long de l'année Horizon de généralisation de la mesure 2020						Ensemble des citoyens (particuliers et professionnels) Centres d'information-conseil						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
AEME RTS et Autres média radiotélévisés						Eveil de la conscience éco-citoyenne et éducation des populations Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		0,52						142,6											
Années		Temps de retour						Origine Possible Financement											
		Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD											
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 53 : Evolution des enjeux et impacts de la mise en œuvre du programme de sensibilisation des usagers sur l'utilisation des chauffe-eau électriques

Description	Eau Chaude Sanitaire : Sensibilisation des Usagers (Spots TV, Spots radio, affiches...)															N° Fiche			
																ELEC-20			
	Usage		Eau Chaude Sanitaire				Usagers			Tous			Secteurs			Tous			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	50,9	53	55,4	58,9	61,2	62,4	63,2	64,1	65,0	65,9	66,9	67,8	68,7	69,2	70,2	71,2	1013,0
	kTep	Energie	4,4	4,6	4,8	5,1	5,3	5,4	5,5	5,5	5,6	5,7	5,8	5,8	5,9	6,0	6,1	6,1	87,4
	MW	Pointe	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10	11	
	GWh	Gains	-	1,6	3,3	5,3	7,3	9,4	9,5	9,6	9,8	9,9	10,0	10,2	10,3	10,4	10,5	10,7	127,7
	kTep	Energie	-	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	11,0
	MW	Gains	-	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1	1	1,1	10,4
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	1065	2226	3551	4917	6269	6355	6443	6534	6627	6723	6811	6902	6956	7051	7155	85586
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses								Acteurs Mise en Œuvre				
	Préparation de supports de communication efficaces et faciles à comprendre da plusieurs langues (français et langues nationales)						155 FCFA par kWh d'énergie economisee Coût de la publicité ramené au nombre d'Usagers types Publicité dans 3 média tout au long de l'année Horizon de généralisation de la mesure 2020								Ensemble des citoyens (particuliers et professionnels) Centres d'information-conseil				
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	AEME RTS et Autres média radiotélévisés						Eveil de la conscience éco-citoyenne et éducation des populations Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		0,28						19,8											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

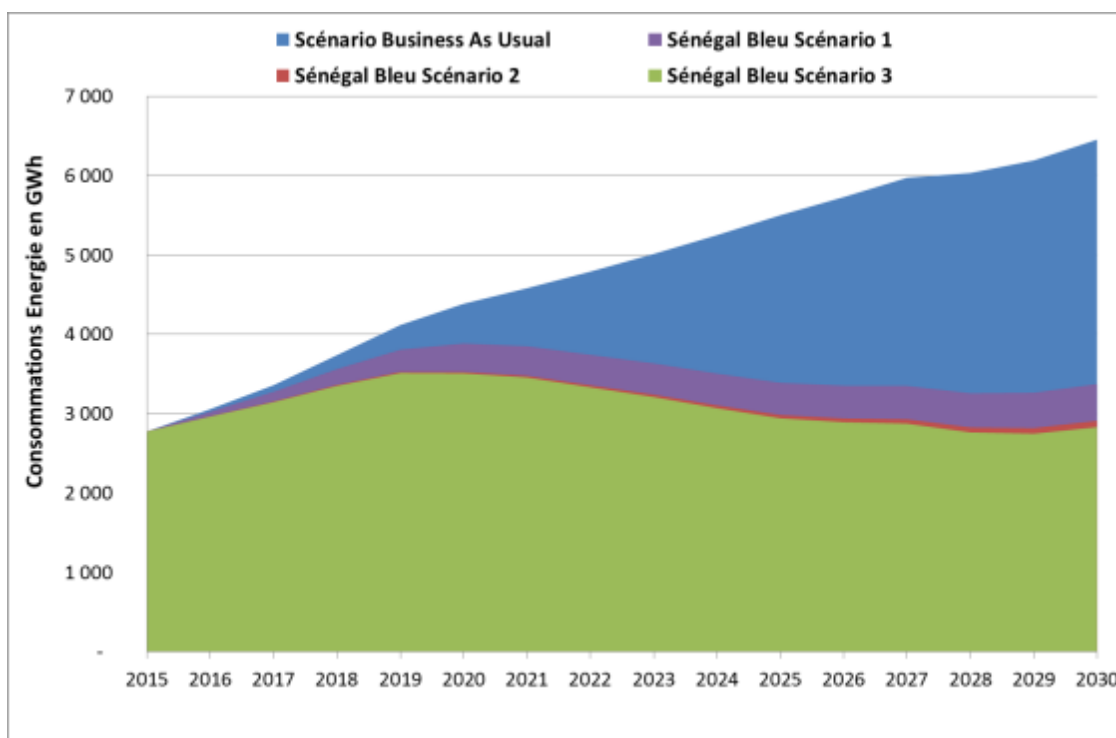
#### 4.2.12. Synthèse des actions dans le sous-secteur de l'électricité

La consommation d'énergie du sous-secteur de l'électricité du Sénégal est d'environ 2375 GWh en 2013 ; en l'absence d'une stratégie structurée et soutenue de maîtrise de l'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 6567 GWh en 2030, soit une augmentation de 176%, au rythme annuel moyen 6,2% par an. Cela correspond au scénario de référence (Scénario Business As Usual) qui consiste à laisser faire et à suivre la tendance socio-économique actuelle. La mise en œuvre de la série d'actions d'économies d'énergie présentées ci-avant, conduira, selon les stratégies de mise en œuvre, à plusieurs scénarii parmi lesquels nous avons retenu les 3 suivants :

- Scénario Sénégal Bleu 1 : qui consiste en la mise en œuvre de toutes les actions d'économie d'énergie relevant de la promotion des équipements de haute performance énergétique.
- Scénario Sénégal Bleu 2 : qui consiste à rajouter au scénario Sénégal Bleu 1, l'ensemble des actions de sensibilisations des usagers pour les amener développer une culture éco-citoyenne.
- Scénario Sénégal Bleu 3 : qui rajoute l'impact des actions sur l'enveloppe du bâtiment à travers la climatisation au scénario Sénégal Bleu 2.

Ces différents scénarii de maîtrise de l'énergie auront des impacts considérables sur la demande d'énergie électrique au Sénégal. Le Scénario Sénégal Bleu 1, à lui tout seul permettrait de réduire de 28% la demande cumulée d'énergie électrique du Sénégal à l'horizon 2030 ; le Scénario Sénégal Bleu 2, permettrait quant à lui de réduire la demande de 35% ; enfin, le Scénario Sénégal Bleu 3 permet d'atteindre 36% d'économie d'énergie. Le développement de ces scénarii est illustré sur la figure 100.

Figure 100 : Evolution de la demande d'énergie électrique en fonction des scénarii de développement



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Les figures 101 et 102 représentent de manière synthétique les préalables (investissements) et impacts (gains énergétique et financier) de la mise en œuvre des différents scénarii. L'analyse de cette représentation synthétique montre que la priorité doit être donnée aux actions de sensibilisation qui mobilisent peu d'investissements avec un très fort impact sur la consommation.

Figure 101 : Synthèse des investissements cumulés (2015 à 2030) requis pour les différents scénarios (Milliards de FCFA)

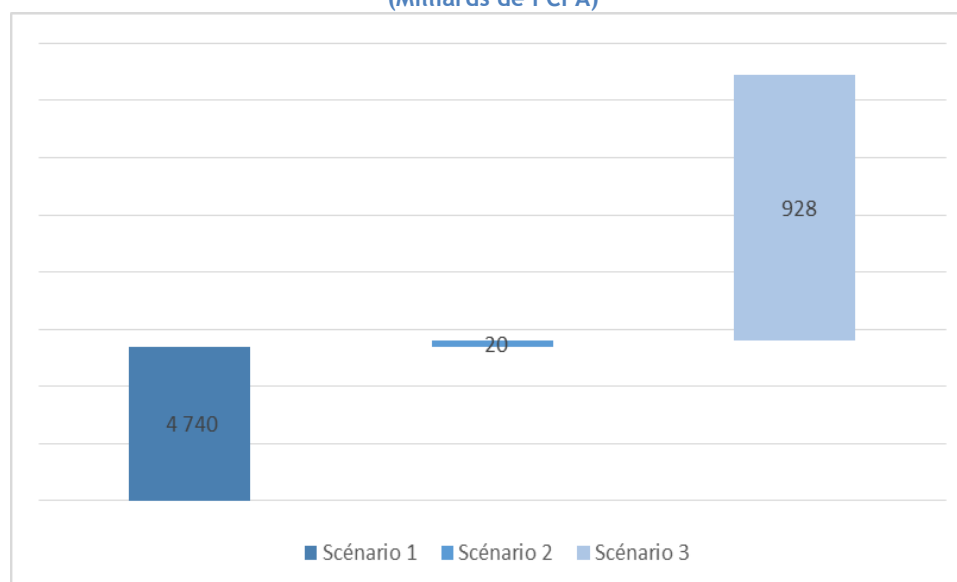
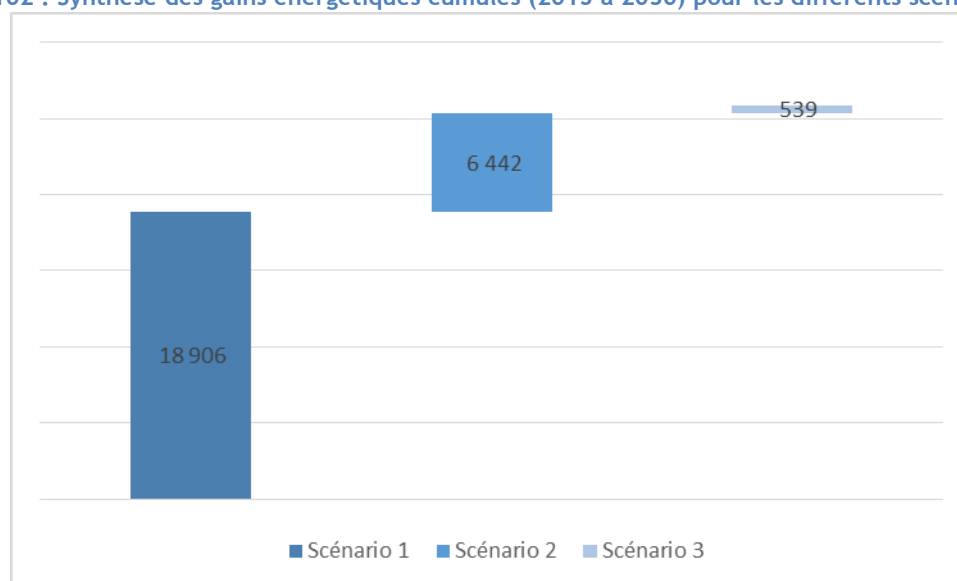


Figure 102 : Synthèse des gains énergétiques cumulés (2015 à 2030) pour les différents scénarii (GWh)



Par ailleurs, la mise en œuvre des actions d'économie d'énergie impacte les principaux secteurs économiques à des degrés divers. En effet, une analyse fine de la répartition des économies dans les différents secteurs montre que les usages cibles prioritaires varient d'un secteur économique à l'autre ; ainsi, on observe que :

- Dans le secteur résidentiel, les principaux usages moteurs de la MDE sont le froid, les équipements de loisir (TV) et l'éclairage (figures 103 et 104).

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

- Dans le secteur primaire, les principaux postes qui contribuent à la MDE sont le froid et la force motrice (figures 105 et 106).
- Dans le secteur secondaire, les principaux vecteurs de la MDE sont les usages de la force motrice et de l'éclairage (figures 107 et 108).
- Dans le secteur tertiaire, les usages moteurs de la MDE sont l'éclairage, le froid et la climatisation (figures 109 et 110).

Figure 103 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur résidentiel en 2020

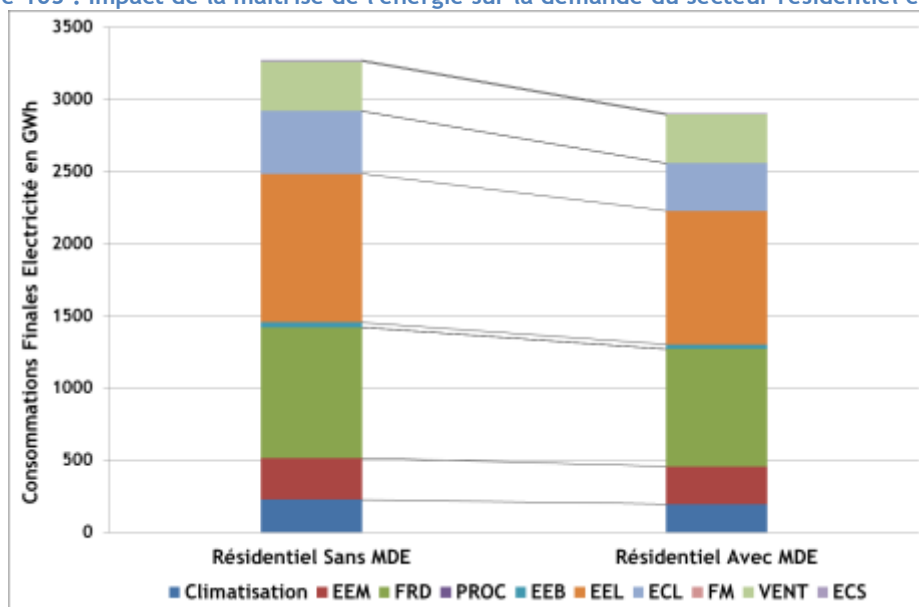
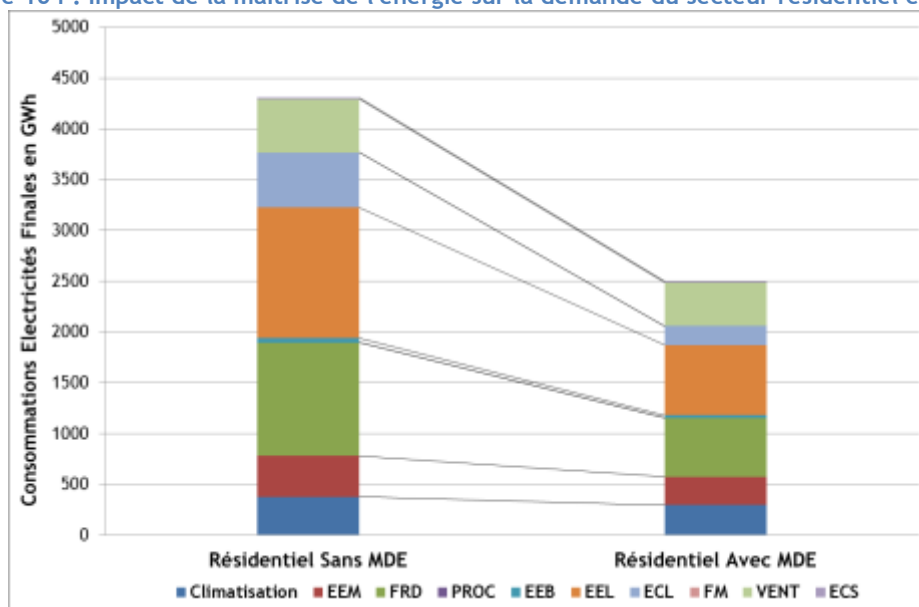


Figure 104 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur résidentiel en 2030



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 105 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur primaire en 2020

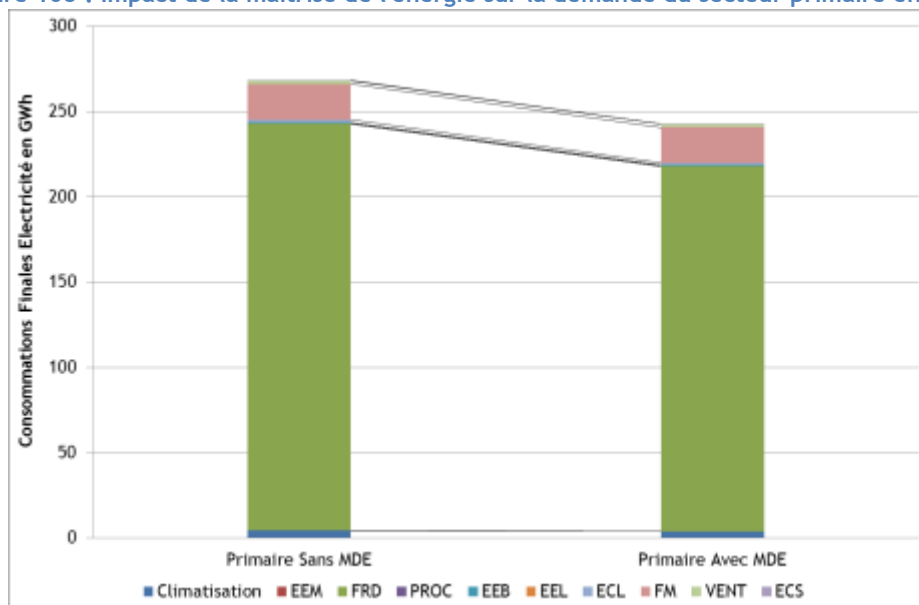


Figure 106 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur primaire en 2030





## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 107 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur secondaire en 2020

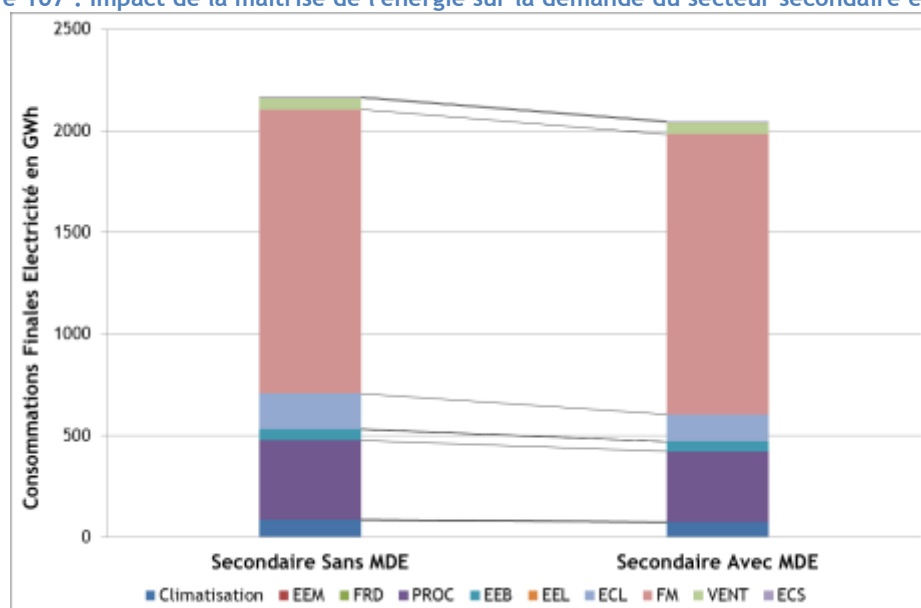
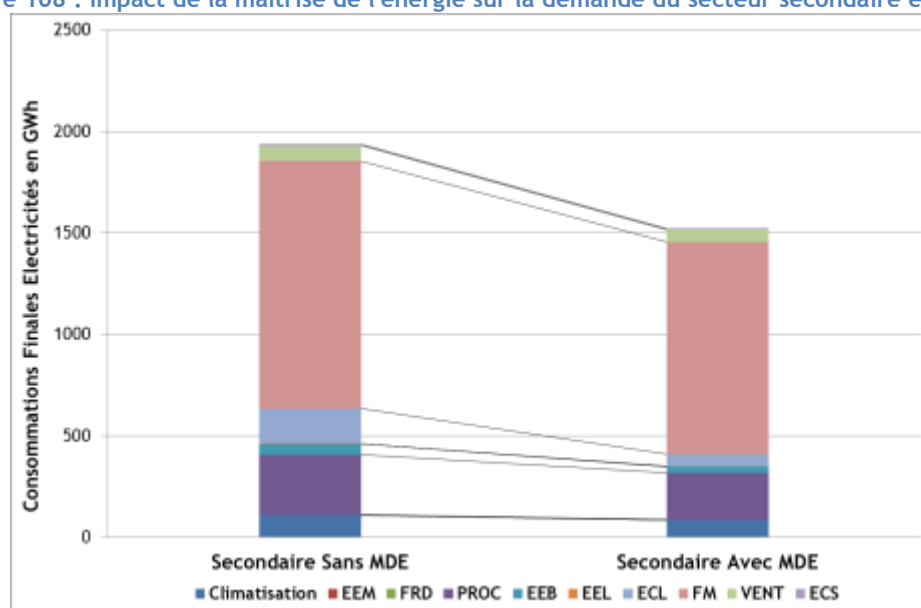


Figure 108 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur secondaire en 2030



## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 109 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur tertiaire en 2020

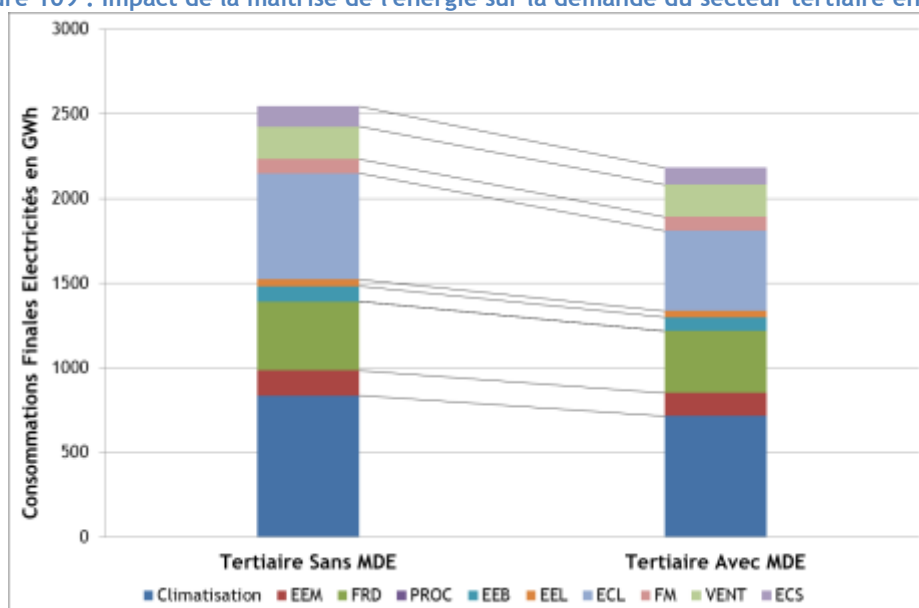
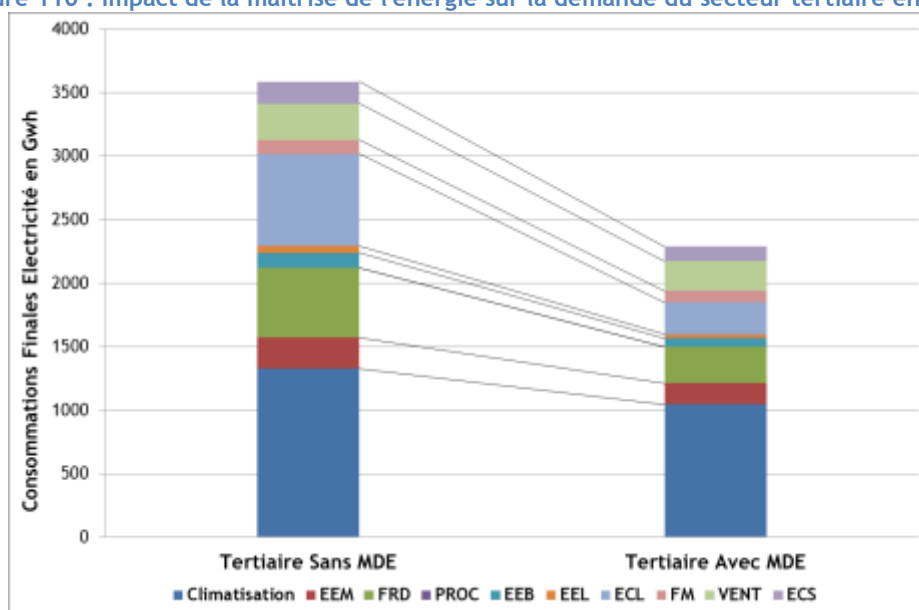


Figure 110 : Impact de la maîtrise de l'énergie sur la demande du secteur tertiaire en 2030

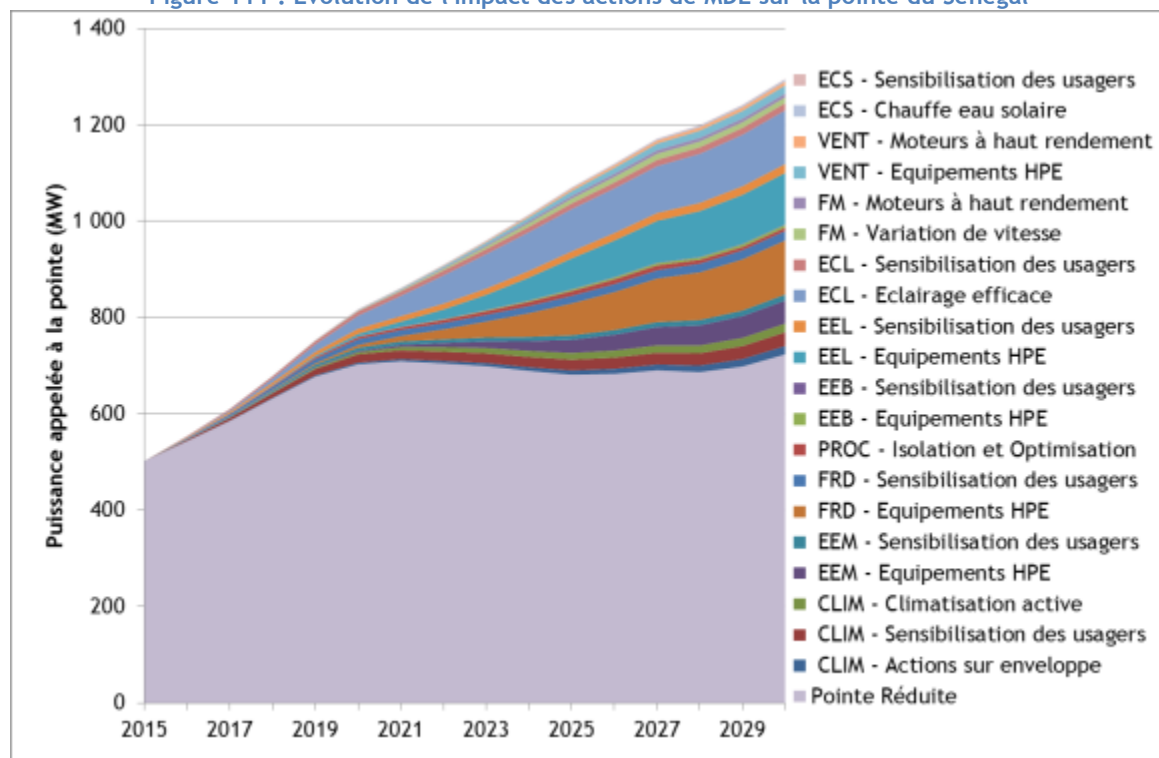


Au-delà de la consommation d'énergie, les actions de maîtrise de l'énergie permettent de réduire la demande à la pointe. En effet, d'après les projections de l'étude prospective la demande en énergie électrique devrait se situer autour de 1213 MW en 2030. La mise en œuvre de l'ensemble des mesures d'économies d'énergie listées ci-dessus devraient réduire la demande à la pointe de 40%, pour s'établir à environ 723 MW (figure 111). Les principaux usages contributeurs à cette réduction sont l'éclairage, les équipements de loisir (TV) et le froid. Ce constat est cohérent avec les pratiques de consommations d'énergie électrique au Sénégal.

La réduction de la pointe de près de 441 MW serait une véritable performance dans la mesure où elle permettrait d'une part d'aménager les investissements stratégiques dans le secteur

Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal en matière de production et, d'autre part de permettre à l'Etat de mobiliser les ressources financières libérées directement (s'il était amené à investir) ou indirectement (s'il devait garantir les investissements de producteurs indépendants) pour financer d'autres besoins prioritaires telles que l'éducation ou la santé, démontrant ainsi le bénéfice social de la maîtrise de l'énergie. En effet, 441 MW représentent au minimum 287 Milliards FCFA (soit 441 Millions €) d'investissements évités.

Figure 111 : Evolution de l'impact des actions de MDE sur la pointe du Sénégal



En plus de l'impact social, les économies d'énergie réduisent également de manière très sensible les émissions de CO<sub>2</sub>, contribuant ainsi à réduire l'empreinte écologique de l'économie sénégalaise. Les réductions de CO<sub>2</sub> sont générées par chacune des actions dans le sous-secteur de l'électricité sont présentées dans les fiches d'actions détaillées. Le cumul global des 20 actions s'établit à 17,44 Millions tonnes de CO<sub>2</sub>. Ce potentiel constitue par ailleurs, à travers les mécanismes de financement vert, une ressource qu'il conviendra d'exploiter dans le cadre des programmes qui seront mis en œuvre.

### 4.3. Economies d'énergie dans les hydrocarbures

Les hydrocarbures représentent environ 40% des consommations d'énergie finale cumulées, projetées entre 2015 et 2030 avec près de 23884 kTEP. Les principaux usages types couverts par ce sous-secteur sont le transport, qui comprend les différents modes (routes, rails, air et eaux), la cuisson qui correspond à l'utilisation du GPL et un certain nombre d'autres usages tels que les groupes électrogènes, les chaudières et les procédés thermiques. Comme pour le sous-secteur de l'électricité nous allons présenter dans les sections suivantes les actions de maîtrise de l'énergie envisagées pour chacun de ces usages types, ainsi que leurs impacts énergétiques, économiques et environnementaux.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Compte tenu de l'absence de données désagrégées permettant de comprendre en détails la demande en hydrocarbures, nous avons restreint les actions d'économies d'énergie envisageables à celles pour lesquelles des hypothèses de travail raisonnables étaient possibles. Ainsi, quatre (4) mesures ont été étudiées ; il s'agit de : le renouvellement du parc de véhicules anciens, le remplacement partiel de véhicules particuliers par des véhicules transport en commun, le transfert modal d'une partie du fret routier vers le fret ferroviaire et la sensibilisation des particuliers à l'éco-conduite.

### 4.3.1. Economies dans le transport

La consommation d'énergie induite par le transport est évaluée 731 kTEP en 2013, d'après le bilan énergétique établi dans l'étude prospective. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, cette consommation continuera de croître régulièrement pour atteindre 1583 kTEP en 2030 ; soit une croissance de 116%.

Comme énoncé dans l'introduction ci-dessus quatre principales mesures ont été retenues dans le transport : le renouvellement du parc, le remplacement de véhicules particuliers par des transports en commun, le changement de mode de transport pour une partie du fret commercial et la sensibilisation des conducteurs à l'éco-conduite.

#### 4.3.1.1. Renouvellement du parc

Cette action vise à renouveler l'ensemble du parc automobile ancien par des véhicules « neufs » plus économes en énergie (consommations spécifiques plus faibles). Dans le cadre de cette action les véhicules neufs et anciens s'entendent ici respectivement comme étant les véhicules âgés au maximum de 10 ans et ceux qui sont au-delà de cette limite.

La méthodologie choisie pour évaluer le potentiel de gains associés à cette mesure a été décrite dans la section §4.1 ; elle repose sur l'élaboration d'un bilan énergétique qui tient compte de l'âge et de l'énergie (gasoil ou essence super) utilisée par les véhicules automobiles. Ce bilan énergétique a été élaboré par i-NES et TSB, en s'appuyant sur les données et les rapports statistiques collectés dans le cadre de l'étude, ainsi que des données sur le trafic routier sénégalais et ouest-africain résultant de recherches bibliographiques sur les kilométrages ou les consommations spécifiques de certains types de véhicules. Les principales sources utilisées sont :

- Les statistiques du Sénégal sur le nombre de véhicules immatriculés de 1980 à 2013.
- Les études de la Direction des Transports Terrestres (DTT) de 2007 et 2014 (extraits du rapport provisoire) intitulée : "Etude sur les coûts et les conditions d'exploitation des véhicules de transport de voyageurs publiques au Sénégal pour une tarification optimale".
- Une étude de la Banque mondiale sur "Les prix des transports et les coûts de transport en Afrique - Analyse des corridors internationaux", datant de 2009.
- L'étude de l'institut national sud-africain pour le développement de l'énergie (SANEDI) «Quantifier les besoins en énergie du secteur des transports en Afrique du Sud : un modèle bottom-up".

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

L'élaboration de ce bilan énergétique pour le sous-secteur du transport routier a représenté un réel défi tant il n'y a pas de relations établies entre les statistiques globales du CNH et celles des différents usagers. Les valeurs précises en termes de distances moyennes annuelles parcourues (km/an) et de consommations spécifiques de carburant (l/km) de tous les types de véhicules ont fait l'objet de recherches bibliographiques approfondies et de comparaison. Lorsque ces dernières ont manqué, des calculs/estimations ont été raisonnablement conduits. Ce travail a été effectué pour l'ensemble des catégories de véhicules que nous avons retrouvées dans les statistiques de la DTT, qui sont listées ci-après :

- Autobus urbain
- Autocar de location
- Autocar interurbain
- Autocar personnel
- Autocar urbain
- Camion
- Camionnette
- Minibus urbain
- Taxi banlieue
- Taxi interurbain
- Taxi urbain
- Tracteur
- Transport privé de personnes
- Transport privé de marchandise
- Véhicule particulier personnel
- Véhicule sanitaire médical
- Véhicule spécial industriel
- Véhicule auto-école
- Véhicule de location
- Véhicule spécial de transport
- Véhicule transport touristique
- Véhicule travaux publics

Le bilan énergétique résultant du calcul des données pour les véhicules routiers est indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau 54 : Bilan énergétique des véhicules routiers<sup>99</sup>

Catégories (Selon DTT)	Nombre Véhicules				Energie GWh/an			
	1 à 10 ans Essence	1 à 10 ans Gazoil	> 10 ans Essence	> 10 ans Gazoil	1 à 10 ans Essence	1 à 10 ans Gazoil	> 10 ans Essence	> 10 ans Gazoil
Indeterminée	13	12	8	8	-	-	-	-
Autobus Urbain	0	1	0	130	-	0,4	-	61,0
Autocar De Location	0	41	0	9	-	2,6	-	0,9
Autocar Interurbain	28	1465	188	10065	1,6	137,1	18,0	1 570,4
Autocar Personnel	26	798	15	510	1,5	74,7	1,1	59,7
Autocar Urbain	2	307	22	3615	0,1	15,3	0,8	203,1
Camion	26	2987	105	12610	2,7	515,0	13,8	2 707,0
Camionnette	2003	20776	1990	20659	56,2	950,9	68,5	1 160,4
Minibus Urbain	0	1171	0	0	-	97,2	-	-
Taxi Banlieue	8	1	28	1	0,2	0,0	0,8	0,0
Taxi Interurbain	192	1054	916	5057	6,1	54,3	32,1	289,3
Taxi Urbain	1042	3067	7464	21988	29,2	140,4	248,5	1 195,0
Tracteur	1	1934	3	11208	0,2	523,0	0,6	3 789,0
Transport Prive de Personnes	0	19	0	25	-	0,1	-	0,3
Transport Privé de Marchandise	0	17	0	43	-	0,8	-	2,4
Vehicule Particulier Personnel	57871	44749	80437	62199	347,1	262,9	771,9	584,7
Vehicule Sanitaire Medical	30	276	14	135	0,9	13,8	0,5	7,6
Vehicule Special Industriel	1	6	1	17	0,0	0,1	0,0	1,1
Vehicule Auto Ecole	31	30	98	94	2,4	3,7	7,5	11,7
Vehicule De Location	317	166	44	23	2,3	2,0	0,4	0,4
Vehicule Special de Transport	4	1042	14	4663	0,1	47,7	1,1	582,0
Vehicule Transport Touristique	27	290	17	193	1,9	33,9	2,0	37,6
Vehicule Travaux Publics	1	30	3	248	0,1	2,6	0,2	21,7

<sup>99</sup> Calcul théorique par établi par i-NES et TSB, basé sur les données collectées.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

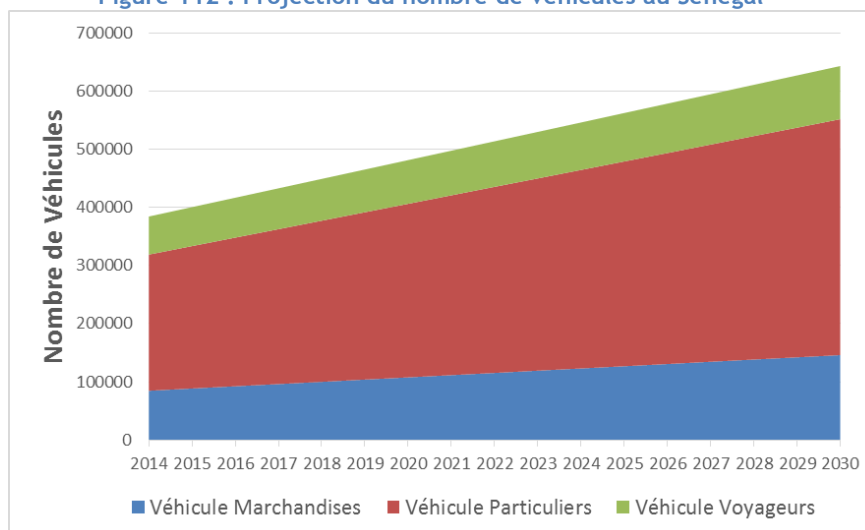
Dans le calcul, l'hypothèse privilégiée consiste à avancer que les nouveaux camions remorques ont seulement besoin de 40 litres aux 100 km, et les vieux camions de 50 litres par 100 kilomètres. Selon le rapport de la Banque mondiale "Tarifs et coûts des transports en Afrique"<sup>100</sup> la demande de carburant pour les camions peut être encore plus élevée, comme illustrée par l'extrait suivant : "En raison de l'utilisation généralisée des vieux camions, la consommation moyenne de carburant pour les camions en Afrique peut être supérieure à 50 litres aux 100 kilomètres, ce qui est élevée par rapport aux normes européennes."

En outre, il est supposé que les camions parcourent en moyenne 65 000 km/an. L'étude de la Banque Mondiale indique que le kilométrage annuel des camions en Afrique de l'Est est de 65 000 km/an et en Afrique centrale 100 000 km/an. L'estimation de 65000 km/an pour le Sénégal semble donc raisonnable, et représente davantage une estimation plutôt conservatrice.

La situation est comparable en ce qui concerne les autres véhicules dont les consommations spécifiques ont été tirées du document "Etude sur les coûts et les conditions d'exploitation des véhicules de transport de voyageurs publics au Sénégal pour une tarification optimale", publié en 2007 et actualisée en 2014.

**Nota :**

Afin d'obtenir des informations fiables sur le secteur du transport, il est recommandé de procéder à un examen restreint à ce seul secteur avec des enquêtes détaillées conduites au niveau des différents acteurs et un recollement des données collectées en vue d'identifier les grandes masses du sous-secteur. Une fois le bilan énergétique établi, nous avons déterminé l'évolution des consommations à l'horizon 2030, en supposant un développement linéaire du parc automobile (figure 112). A partir de là nous avons pu déterminer les consommations théoriques des différentes catégories de véhicules en tenant compte des types de carburants.

Figure 112 : Projection du nombre de véhicules au Sénégal<sup>101</sup>

<sup>100</sup> <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/6610/461810PUB0Box3101OFFICIAL0USE0ONLY1.pdf?sequence=1>

<sup>101</sup> Projection linéaire sur la base des courbes de tendance obtenues avec les données de la DTT entre 1999 et 2013.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

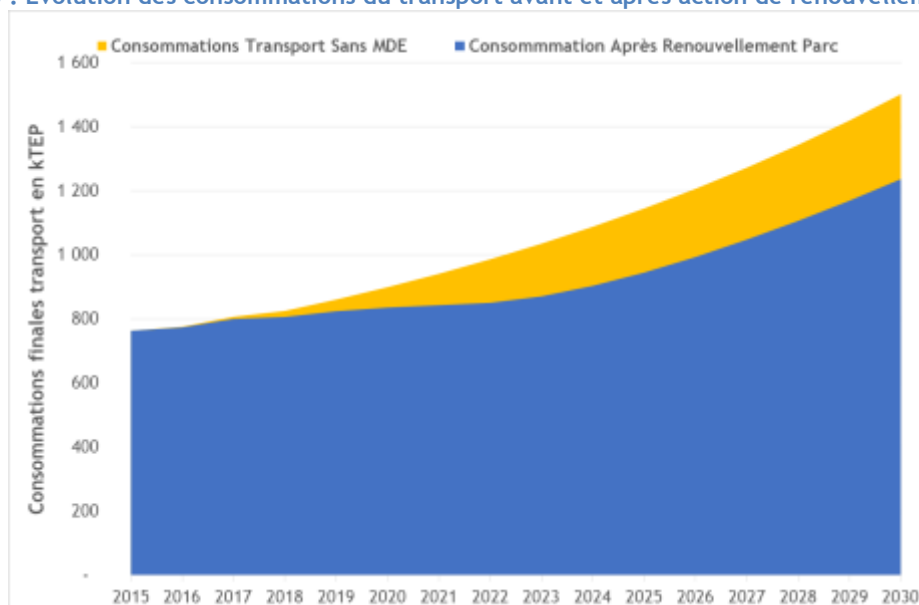
Le potentiel théorique d'économie d'énergie est estimé à partir du calcul des économies générées par le renouvellement du parc. Ce renouvellement a été supposé se faire suivant un profil de diffusion linéaire, avec un horizon de maturité défini à 2030.

Le tableau 55 ci-après résume les potentiels ainsi obtenu jusqu'en 2030. Ces potentiels ont été appliqués aux projections de consommations d'énergie, afin de déterminer les gains « réels » envisageables dans le transport routier ; les résultats sont présentés dans la figure 113.

Tableau 55 : Potentiels issus du calcul théorique de l'évolution des consommations pour le transport

Années	Consommations Théoriques Avant MDE (kTEP)	Economies (kTEP)	Consommations Théoriques Après MDE (kTEP)	Potentiels Théoriques
2 015	9 224	-	9 224	0,00%
2 016	9 463	25	9 438	0,27%
2 017	9 703	86	9 618	0,88%
2 018	9 943	228	9 715	2,30%
2 019	10 183	432	9 752	4,24%
2 020	10 423	736	9 687	7,06%
2 021	10 663	1 111	9 553	10,42%
2 022	10 903	1 501	9 402	13,77%
2 023	11 143	1 770	9 373	15,88%
2 024	11 383	1 928	9 455	16,94%
2 025	11 623	2 030	9 593	17,47%
2 026	11 863	2 093	9 770	17,64%
2 027	12 103	2 135	9 968	17,64%
2 028	12 343	2 177	10 166	17,64%
2 029	12 583	2 219	10 364	17,63%
2 030	12 823	2 261	10 562	17,63%

Figure 113 : Evolution des consommations du transport avant et après action de renouvellement du parc

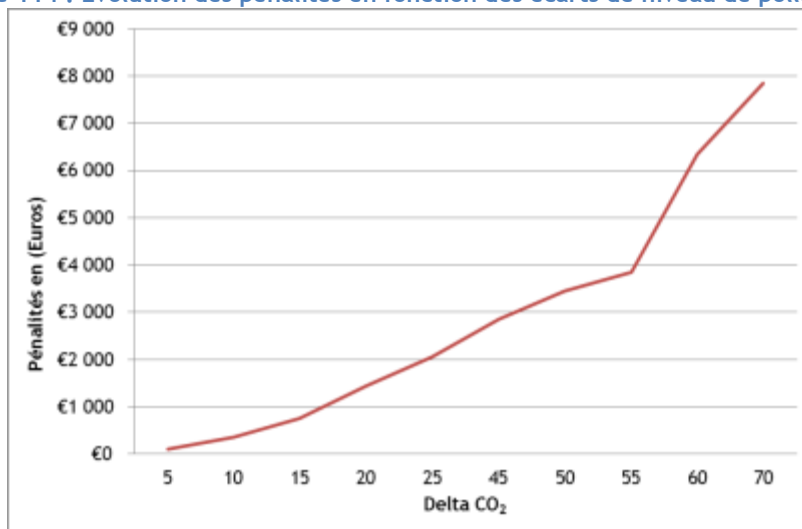




## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Les investissements pour cette mesure ont été considérés comme étant liés au surcoût payé à l'acquisition d'un véhicule de classe énergétique supérieure. Ce surcoût a été estimé équivalent à la pénalité appliquée dans certains pays comme la France pour les véhicules jugés trop polluants au regard de leurs consommations énergétiques. La figure 114 montre l'évolution de la pénalité en fonction du niveau de pollution (qui correspond à une classe d'efficacité énergétique donnée).

Figure 114 : Evolution des pénalités en fonction des écarts de niveau de pollution<sup>102</sup>



A partir des données recueillies sur le parc automobile sénégalais, il s'avère que le parc est essentiellement constitué de véhicules de classe énergétique D ou E. L'hypothèse retenue pour l'évaluation du surcoût est de considérer un passage du parc à la classe C.

Ainsi, le coût global de la mise en œuvre de cette mesure est évalué à 10817 Milliards FCFA répartis sur la période 2015 à 2030. Les économies d'énergie générées sur cette période s'élèvent à 2100 kTEP, soit environ 2046 Milliards FCFA.

#### 4.3.1.2. Transport public

Cette action vise à remplacer une partie des véhicules particuliers circulant dans la région de Dakar par des véhicules de transport en commun. En effet, les véhicules particuliers représentent la plus grande part des véhicules immatriculés au Sénégal ; en 2013 ils représentaient environ 63 % du parc. Les voitures particulières immatriculées à Dakar constituent 49% du parc au Sénégal et 77% de toutes les voitures particulier du pays. Il devient évident que le trafic privé de Dakar doit être limité afin d'obtenir un flux optimal de circulation à Dakar. La substitution des voitures privées par une amélioration de la circulation publique porte aussi un potentiel d'économie d'énergie, bien que le kilométrage moyen ne soit pas très élevé par rapport aux voitures européennes. L'Institut de l'énergie nationale sud-africaine (SANEDI) estime que le kilométrage moyen des voitures particulières de Dakar est seulement de 7,500 km/an. Mais la durée dans les embouteillages augmente

<sup>102</sup> Courbe établie par PMC à partir des données issues de <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Bonus-Malus-2015>

Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal également leurs consommations spécifiques. C'est ce qui justifie la mesure de promotion du transport public.

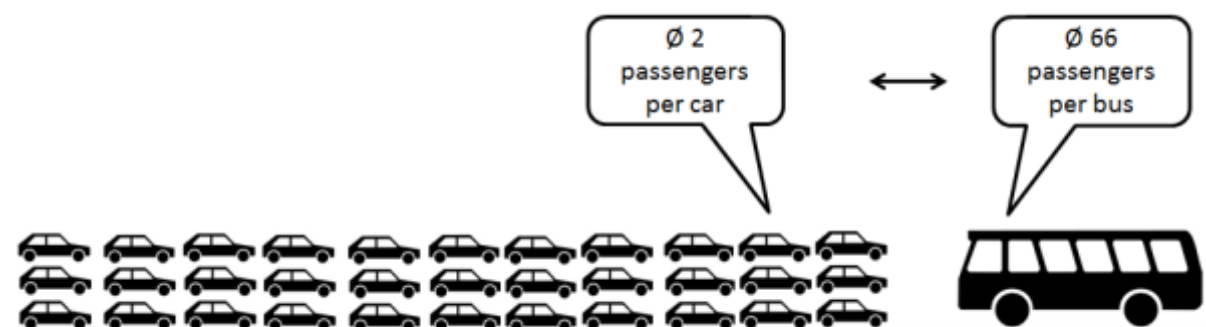
Les gens aiment leur voiture parce qu'il est synonyme de liberté et parfois même de statut social ; ce qui rend donc la mesure peut évidente à appliquer. Néanmoins, il a été supposé qu'à long terme 10 % des conducteurs de voitures à Dakar pourraient être convaincus par les avantages du transport en commun :

- C'est moins coûteux que d'utiliser sa propre voiture (sans frais pour le carburant, la taxe d'assurance et l'entretien).
- Cela ne requiert pas de stationnement.
- Cela peut être beaucoup plus rapide si les bus ont des voies dédiées.
- Et cela libère du temps pour travailler ou se cultiver de diverses manières au cours des trajets.

Les données pour le calcul du potentiel de cette mesure ont été partiellement prises dans l'étude de l'institut SANEDI<sup>103</sup>. Les principales données d'entrée sont les suivantes :

- Distances moyennes parcourues : 7500 km/an pour les voitures et 45582 km/an pour les bus.
- Nombre de personnes transportées en moyenne : 2 passagers par voiture et 66 par bus. La figure 115 permet de matérialiser cette équivalence en nombre.
- Consommation spécifique des bus 3 fois plus grandes que celles des voitures.

Figure 115 : Illustration du transfert du transport par des véhicules particuliers aux bus (source : TSB)



En supposant que la proportion des voitures remplacées est d'environ 50%/50% entre les véhicules essence et diesel, les calculs théoriques de TSB indiquent que 65 GWh/an de super et 55 GWh/an de gasoil (sur la base du parc de 2013) pourraient être économisés. Cela correspond à environ 0,7% de la consommation totale de carburant au Sénégal en 2013.

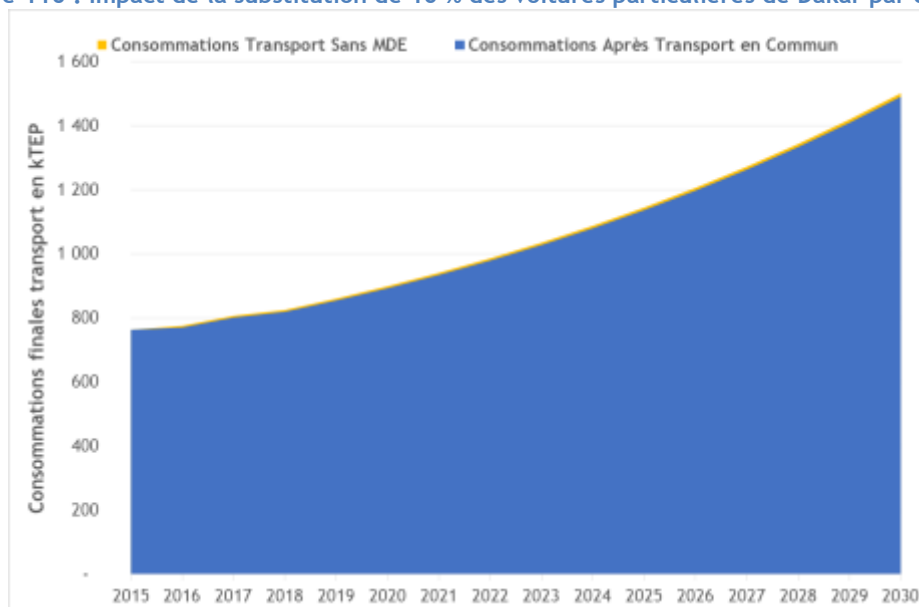
L'application de ce potentiel, théoriquement calculé, aux projections de consommations du transport réalisées dans l'étude prospective permet d'estimer les gains. Ainsi, les gains en énergie générés par cette mesure s'élèvent à 101 kTEP, pour une valeur d'environ 99 Milliards FCFA. L'évolution des gains dans le temps est représentée sur la figure 116.

L'investissement associé à cette mesure n'a cependant pas été évalué faute de données raisonnables sur les coûts d'une telle mesure.

<sup>103</sup> SANEDI « Quantifier les besoins en énergie du secteur des transports pour l'Afrique du Sud : un modèle bottom-up », 2012.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 116 : Impact de la substitution de 10 % des voitures particulières de Dakar par des bus

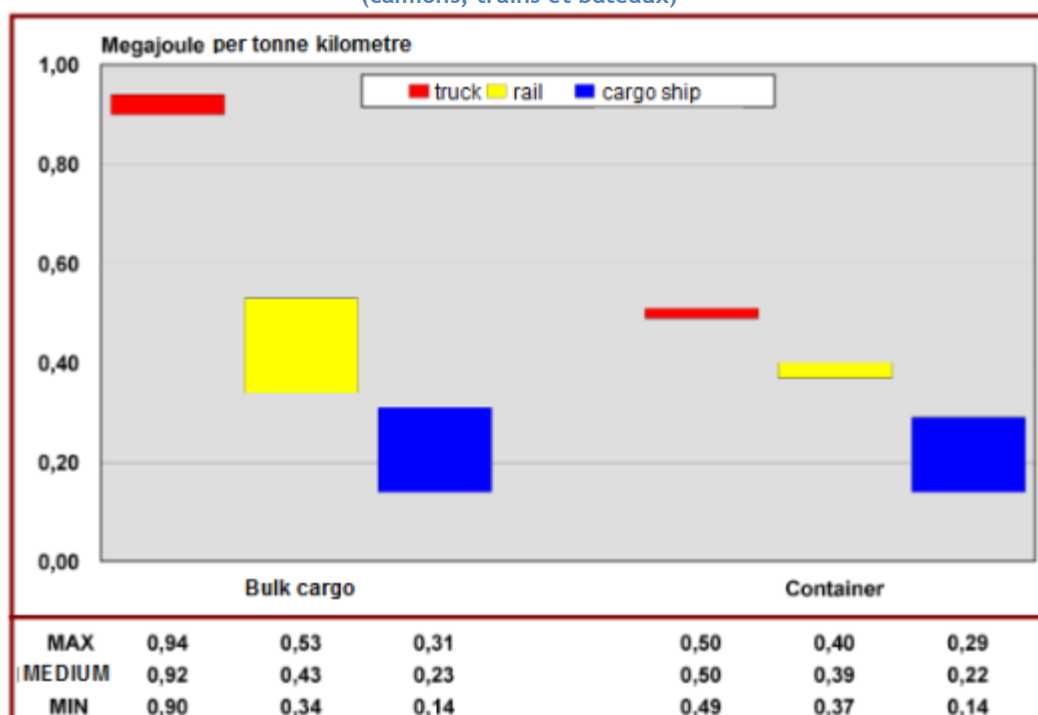
**Nota :**

Le Sénégal a un réseau électrique de qualité satisfaisante qui pourrait permettre le fonctionnement des bus électriques pour le transport public de la ville dans le futur. Comme la ville est située en bord de la mer, un mix de sources d'énergie renouvelables pourrait être utilisé comme l'énergie éolienne, l'énergie solaire et le biogaz à partir des déchets organiques ou des eaux usées. Cependant, à l'heure actuelle les bus électriques ne peuvent pas être considérés comme une solution à court ou moyen terme. Voir «excursus : bus électrique à Dakar».

#### 4.3.1.3.Changement de mode de transport

Cette action vise à transférer 5% du transport de marchandises assuré par des camions vers le transport ferroviaire. Le calcul de cette mesure suppose de connaître la distribution du transport. On a supposé qu'environ la moitié de la cargaison est en vrac et l'autre moitié se trouve dans des conteneurs, donc pour calculer la valeur moyenne les deux ont été utilisées. En raison du manque de détails sur les données de consommation d'énergie caractéristiques du fret routier au Sénégal (litre ou énergie par unité de masse et de distance : exemple Megajoule/tonne.km), les données allemandes ont été utilisées pour le calcul du potentiel d'économie (cf. figure 117).

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Figure 117 : Comparaison des consommations spécifiques d'énergie pour le transport de fret en Allemagne (camions, trains et bateaux)<sup>104</sup>

Ainsi, il apparaît qu'avec cette mesure 17,63 ktep de gasoil auraient pu être économisés en 2013 si 5% du fret des camions remorques avaient été transférés au fret ferroviaire. A noter que ce gain provient de la différence de consommation spécifique entre le train (qui est inférieure de près de 35% par tonne-kilomètre) et les camions.

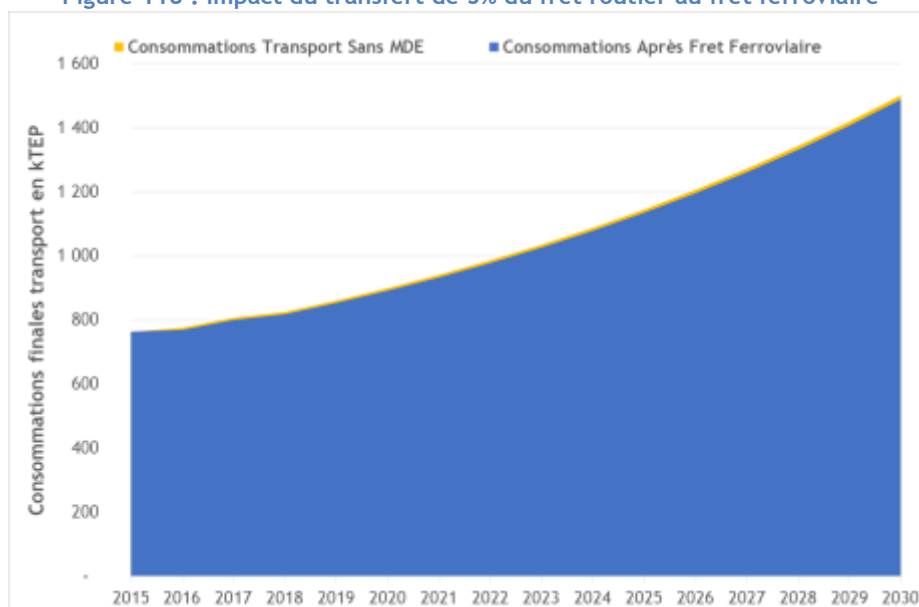
Le bilan énergétique global effectué par TSB, montre que le transfert de 5% du fret assuré par des camions remorques aux trains permettra d'économiser 0,9% de la consommation du transport routier.

L'application de ce potentiel, théoriquement calculé, aux projections de consommations du transport réalisées dans l'étude prospective permet d'estimer les gains. Ainsi, les gains en énergie générés par cette mesure s'élèvent à 122 ktep, pour une valeur d'environ 119 Milliards FCFA. L'évolution des gains dans le temps est représentée sur la figure 118.

L'investissement associé à cette mesure n'a cependant pas été évalué faute de données raisonnables sur les coûts d'une telle mesure.

<sup>104</sup> Source : « Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Straße, Bahn und Wasserstraße », [http://www.wsd-ost.wsv.de/service/Downloads/Verkehrstraegervergleich\\_Kurzfassung.pdf](http://www.wsd-ost.wsv.de/service/Downloads/Verkehrstraegervergleich_Kurzfassung.pdf), 2007.

Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal  
 Figure 118 : Impact du transfert de 5% du fret routier au fret ferroviaire



Un changement de mode dans le transport de marchandises est un objectif à long terme. De nombreuses circonstances doivent être considérées. La voie ferrée devra être modernisée et étendue aussi bien que les routes qui permettent aux camions de livrer leur cargaison d'un point de rechargement à une gare. Donc l'objectif réaliste pour le transfert de la cargaison des camions aux trains a été estimée à l'horizon 2040 si la préparation et l'exécution commence d'ici 2017.

#### 4.3.1.4. Sensibilisation des usagers

Comme pour l'électricité, le comportement des usagers est un des principaux leviers, rapides, de faire des économies d'énergie. Cela concerne l'ensemble des usages étudiés dans le sous-secteur des hydrocarbures. Il s'agit notamment :

- Pour le « Transport » : de règles et pratiques liées à l'éco-conduite (frein moteurs, freinage anticipé, changement de rapports, entretien moteur, usure et gonflage des pneus, respect des charges limites, vitesses de circulation,...).
- Pour les « Autres usages » : de la surveillance de certains paramètres tels que le réglage des chaudières (e.g. excès d'air), le dimensionnement des groupes électrogènes, les fuites de vapeur ou défauts d'isolation des réseaux de chaleur.
- Pour la « Cuisson » : du contrôle des temps de cuisson et du réglage du débit de gaz.

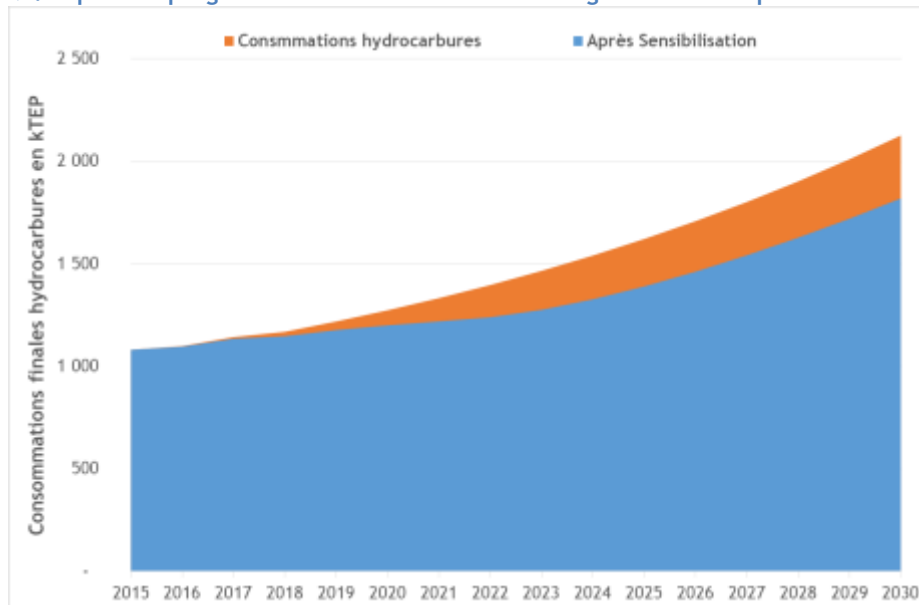
Dans le cadre de cette étude, nous avons retenu que le changement de comportement des usagers pouvait offrir un potentiel d'économie de 15% compte tenu des pratiques actuelles en cours au Sénégal et des leviers présentés ci-dessus. Ce chiffre est inspiré des potentiels d'économies habituellement annoncés dans la littérature pour les actions comportementales en Europe, ainsi que, pour la « Cuisson » d'une évaluation rapide basée sur les temps de préparation moyen.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Le profil de diffusion retenu pour cette mesure est linéaire, avec une hypothèse de maturité en 2020 dans la mesure où une campagne efficace de publicité permettrait d'atteindre les objectifs fixés. Les investissements pour cette mesure consistent essentiellement au coût de la publicité, dont le principe a déjà été présenté dans le sous-secteur de l'électricité (vidéos de 60 s, pendant 365 jours, diffusés sur 3haines TV).

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à une économie globale de 2093 kTEP entre 2015 et 2030, soit 1883 Milliards FCFA de gains cumulés pour un investissement cumulé de 10,1 Milliards FCFA. L'évolution des gains obtenus par cette mesure est présentée dans la figure 119.

Figure 119 : Impact du programme de sensibilisation des usages sur les comportements éco-citoyens



#### 4.3.2. Synthèse des actions dans le sous-secteur des hydrocarbures

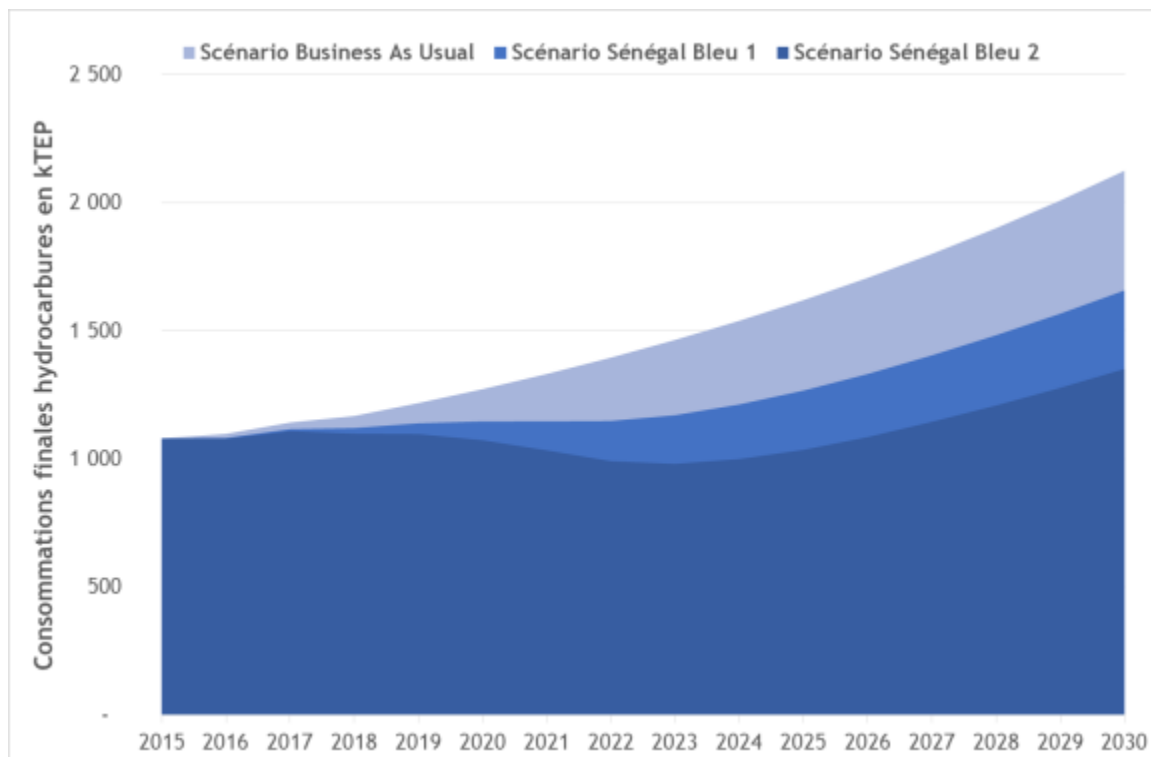
La consommation d'énergie du sous-secteur des hydrocarbures du Sénégal est d'environ 982 kTEP en 2013 ; en l'absence d'une stratégie structurée et soutenue de maîtrise de l'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 2125 kTEP en 2030, soit une augmentation de 116%, au rythme annuel moyen 4,6% par an. Cela correspond au scénario de référence (Scénario Business As Usual) qui consiste à laisser faire et à suivre la tendance socio-économique actuelle. La mise en œuvre de la série d'actions d'économies d'énergie présentées ci-avant, conduira, selon les stratégies de mise en œuvre, à plusieurs scénarii parmi lesquels nous avons retenu les 2 suivants :

- Scénario Sénégal Bleu 1 : qui consiste en la mise en œuvre du renouvellement du parc de véhicules anciens dans le transport routier et des actions relatives au changement de mode transport pour 5% du fret routier et à la promotion des transports en commun en vue d'un remplacer 10% du trafic de véhicules particuliers.
- Scénario Sénégal Bleu 2 : qui rajoute l'impact de l'ensemble des actions de sensibilisation des usagers pour les amener à développer une culture éco-énergétique.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Ces différents scénarii de maîtrise de l'énergie auront des impacts considérables sur la demande en hydrocarbures du Sénégal. Le Scénario Sénégal Bleu 1, à lui tout seul permettrait de réduire de 10% la demande cumulée en hydrocarbures au Sénégal à l'horizon 2030 ; le Scénario Sénégal Bleu 2, permettrait quant à lui de réduire la demande de 18%. Le développement de ces scénarii est illustré sur la figure 120.

Figure 120 : Evolution de la demande en hydrocarbures en fonction des scénarii de développement



Au-delà de l'impact énergétique la mise en œuvre des actions de maîtrise de l'énergie permet également de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> du sous-secteur des hydrocarbures. L'ensemble des actions envisagées permettrait de réduire les émissions de 13,63 Millions tonnes de CO<sub>2</sub> entre 2015 et 2030. Cette réduction se répartit comme suit entre les différentes actions :

- Renouvellement du parc : 6,56 Millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.
- Remplacement de 10% des véhicules particuliers : 0,32 Millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.
- Transfert de 5% du fret routier vers le ferroviaire : 0,38 Millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.
- Sensibilisation des usagers : 6,36 Millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.

#### 4.4. Economies d'énergie dans les combustibles

Les combustibles représentent 47% des consommations d'énergie finale cumulées, projetées entre 2015 et 2030 avec près de 28126 kTEP. Les principaux usages types couverts par ce sous-secteur sont la « Cuisson » qui vient en complément du GPL déjà étudié dans les hydrocarbures, les procédés thermiques (chaudières, fours et cogénérateurs) et un certain nombre d'autres usages tels que l'éclairage. Comme pour les hydrocarbures et l'électricité nous allons présenter dans les sections suivantes les actions de maîtrise de l'énergie



Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal envisagées pour chacun de ces usages types, ainsi que leurs impacts énergétiques, économiques et environnementaux.

Trois (3) principales mesures ont été étudiées pour le sous-secteur des combustibles ; il s'agit : du remplacement des foyers inefficaces par des foyers améliorés, de la cuisson solaire et de la sensibilisation des particuliers aux pratiques économes en énergie.

#### 4.4.1. Foyers améliorés pour la cuisson

La consommation d'énergie induite par la cuisson est évaluée 944 kTEP en 2013, d'après le bilan énergétique établi dans l'étude prospective. En l'absence de mesures d'économies d'énergie, cette consommation continuera de croître régulièrement pour atteindre 1995 kTEP en 2030, soit une croissance de 111%.

Compte tenu de la diversité des foyers utilisés pour les différents combustibles de cuisson (bois et charbon de bois), nous avons retenu de les réduire en des équipements modèles dont les performances seront comparées à celles des foyers améliorés pour déterminer le potentiel d'économie d'énergie associé à cette action. En effet, chaque type de foyer est caractérisé par un effectif (nombre d'équipement en utilisation) et un rendement qu'on peut considérer lié à sa consommation spécifique. L'étude sur les consommations de combustibles dans les ménages, réalisée en 2013 par le PROGEDE, fournit des informations sur le nombre d'équipements ventilés par technologie (tableaux 56 et 57).

Tableau 56 : Synthèse des résultats de l'enquête 2013 sur les effectifs par équipements pour le charbon

Equipements Charbon de bois				
	Charbon Malgache	Charbon Sakkanal	Charbon Jambar	Charbon Modèle
National	1041842	96097	379114	1 517 053
Rural	414048	44463	94813	553 324
Urbain	627794	51634	284301	963 729

Tableau 57 : Synthèse des résultats de l'enquête 2013 sur les effectifs par équipements pour le bois

Equipements Bois					
	Bois 3P	Bois Sakkanal	Bois Ban Ak Souf	Bois Os	Bois Modèle
National	548778	164775	36443	277700	1 027 696
Rural	386360	98550	21975	173312	680 197
Urbain	162418	66225	14468	104388	347 499

Ainsi, en posant comme hypothèse l'équivalence des équipements en nombre, il s'en suit que les effectifs de foyers modèles sont données par la somme des équipements de chaque combustible. Une fois les effectifs d'équipements modèles connus, nous avons calculé leur rendements à partir des moyennes pondérées des rendements de chacun des équipements réels utilisés pour le bois et pour le charbon. Les rendements des différents équipements sont issues des données collectées lors des entretiens et ont été utilisés pour calculer les potentiels d'économie d'énergie.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Les potentiels d'économie d'énergie pour les foyers améliorés les plus efficaces (fourneaux Jambar) ont été pris dans les modèles du SIE pour les combustibles. A partir de ces données nous avons pu calculer le potentiel théorique des foyers améliorés par rapport aux foyers modèles ; les résultats sont donnés dans le tableau 58.

Tableau 58 : Rendements et potentiels d'économie d'énergie pour les différents types de foyers

Equipements Charbon de bois					Equipements Bois				
	Malgache	Sakkanal	Jambar	Modèle	3P	Sakkanal	Ban Ak Souf	Os	Modèle
Potentiel Economie	0%	40%	45,0%		0%	22,50%	0%	0%	
Rendement	12%	20%	22%	15%	5%	15%	10%	10%	8%
Potentiel Economies Retenu				31%					46%

Enfin, nous avons projeté le nombre d'équipements modèles à l'horizon 2030. Pour ce faire nous avons calculé les taux d'équipements pour l'année 2013 et posé l'hypothèse d'un maintien de ces taux jusqu'en 2030. Les taux calculés en 2013 sont d'environ 100% en pour le charbon et 67% pour le bois. Ce résultat est cohérent dans la mesure où les foyers bois se retrouvent essentiellement en milieu rural et que le charbon et que les foyers pour le charbon se retrouvent globalement dans tous les ménages.

Tableau 59 : Projection du nombre d'équipements modèles

Années	Nombre Ménages	Nombre Equipements Charbon	Nombre Equipement Bois
2013	1526794	1517053	1027696
2014	1576162	1566106	1060925
2015	1627127	1616745	1095230
2016	1679740	1669023	1130645
2017	1734054	1722990	1167204
2018	1790124	1778702	1204945
2019	1848007	1836216	1243906
2020	1907762	1895590	1284128
2021	1969449	1956883	1325650
2022	2033130	2020158	1368514
2023	2098871	2085480	1412765
2024	2166737	2152913	1458446
2025	2236798	2222527	1505604
2026	2309124	2294391	1554287
2027	2383789	2368580	1604545
2028	2460868	2445167	1656427
2029	2540439	2524230	1709987
2030	2622583	2605850	1765279

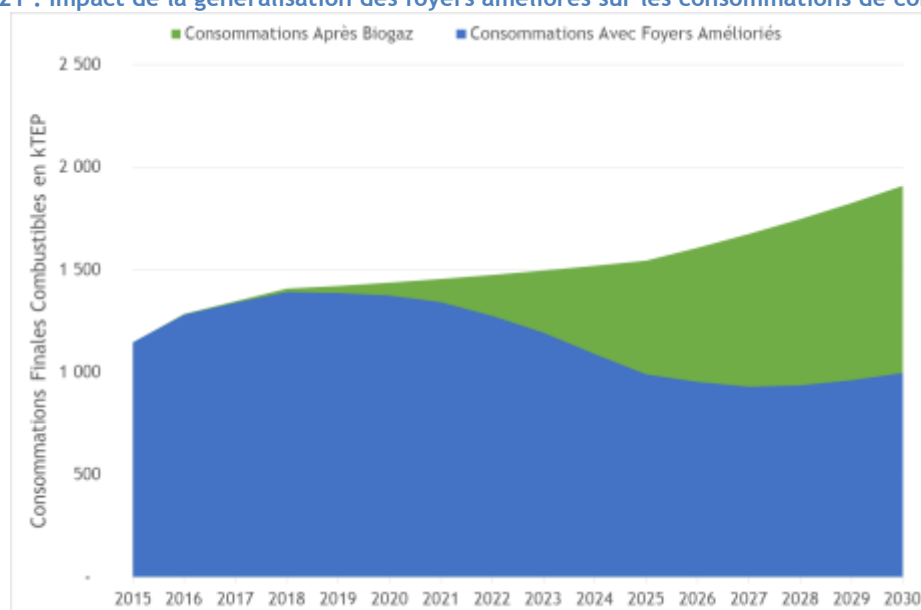
## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Le profil de diffusion retenu pour cette mesure est non-linéaire, avec une hypothèse de maturité en 2030 dans la mesure où il y aura certainement besoin de structurer et de professionnaliser les filières de fabrication des foyers améliorés ; cela requiert un plan de développement des capacités des acteurs du sous-secteur.

Les investissements pour cette mesure ont été évalués sur la base des prix observés sur le marché pour les différents types d'équipements ; par conservatisme, nous avons fait l'hypothèse, conservatrice, que le surcoût lié à l'acquisition d'un foyer amélioré est en moyenne de 10000 FCFA.

L'application du potentiel d'économies d'énergie aux projections de consommations issues de l'étude prospective conduit à la courbe des gains représentés sur la figure 121.

Figure 121 : Impact de la généralisation des foyers améliorés sur les consommations de combustibles



Le coût global de cette mesure est ainsi estimé à 279 Milliards FCFA pour générer 7137 kTEP d'économies d'énergie qui ont une valeur monétaire de 1437 Milliards FCFA. Ce résultat montre l'importance de la promotion des foyers améliorés.

#### 4.4.2. Cuisson solaire

L'énergie solaire est la source la plus efficace pour la cuisson puisqu'elle ne requiert aucun apport de combustible. En dehors de l'investissement initial, l'opération est gratuite à vie.

Le Sénégal est un pays richement doté en ressource avec des niveaux d'ensoleillement très élevés (cf. action sur le chauffage solaire pour l'eau chaude sanitaire). La mesure préconisée ici vise à effacer 1/3 de la consommation de combustibles en milieu rural par la cuisson solaire. L'étude sur les consommations des ménages du PROGEDE a permis d'établir la répartition de la consommation des ménages en 2013 (tableau 60) ; en particulier de connaître la clé de répartition des consommations urbaines et rurales. L'application de cette clé aux projections réalisées dans la section précédentes permet de déterminer les enjeux de consommations d'énergie en milieu rural et les économies possibles.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Tableau 60 : Synthèse des résultats de l'enquête 2013 sur les consommations de combustibles des ménages

Consommations en Tonnes								
Urbain			Rural			Total		
Bois	Charbon	GPL	Bois	Charbon	GPL	Bois	Charbon	GPL
346083	349344	93103	1389136	132904	14898	1735219	482248	108001
Consommations en kTEP								
Urbain			Rural			Total		
Bois	Charbon	GPL	Bois	Charbon	GPL	Bois	Charbon	GPL
142	245	105	570	93	17	711	338	122
Proportions								
Bois Rural		80%				Charbon Rural		28%
Bois Rural		20%				Charbon Urbain		72%

Il existe différents types de fours solaires allant des plus simples qui peuvent être faits artisanalement aux plus « sophistiqués » faits par des professionnels spécialisés. L'organisation "Solar Cookers International (SCI)", avec laquelle GIZ a eu à collaborer, a acquis des expériences riches d'enseignements sur la cuisson solaire au cours des années (cf. <http://www.solarcookers.org/>). Des cuisinières solaires sont même développées au Sénégal dans le cadre du «projet des Cuisinières Solaires d'Afrique au Sénégal» réalisé par Abdoulaye TOURE (cf. [http://solarcooking.wikia.com/wiki/Abdoulaye\\_Touré](http://solarcooking.wikia.com/wiki/Abdoulaye_Touré)).

Il existe un certain nombre de règles élémentaires, établies par la GIZ, à respecter pour favoriser le développement des cuisinières solaires (figure 122).

Figure 122 : Dix règles de base pour promouvoir la diffusion et l'utilisation de cuiseurs solaires<sup>105</sup>

<sup>105</sup> Source : <https://energypedia.info/images/1/18/en-GTZ-poster-Solar-Cookers-2008.pdf>

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

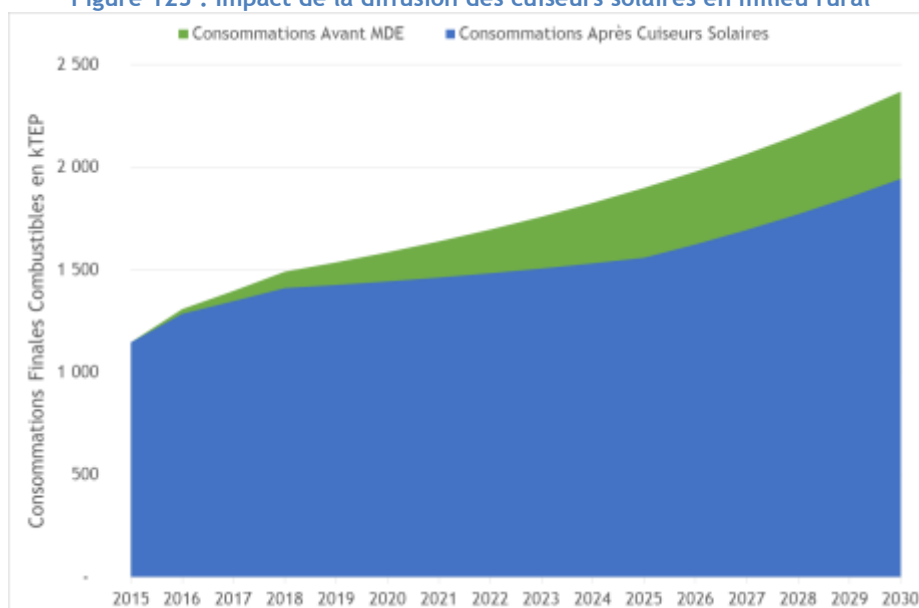
La température que les cuiseurs solaires de base peuvent atteindre se trouve être entre 150-165°C, ce qui fait qu'ils sont adaptés à un certain type de cuisson. Néanmoins, il existe des technologies de haute performance, comme les cuiseurs solaires paraboliques permettant d'atteindre des températures supérieures de l'ordre de 290°C, voire plus.

Par ailleurs, il convient de noter que la cuisson solaire subit la contrainte de la disponibilité du soleil qui réduit son utilisation à la journée. C'est pour cette raison que nous avons retenu l'hypothèse d'un effacement du tiers de la consommation en milieu rural. En effet, compte tenu des contraintes d'espace inhérents aux cuiseurs solaires, ils ne peuvent être envisagés en ville.

Les investissements associés à cette mesure sont évalués à partir du surcoût moyen estimé pour un cuiseur solaire, comparé à un foyer conventionnel, qui est de 154150 FCFA<sup>106</sup>.

Le profil de diffusion retenu pour la mesure est linéaire avec une maturité prévue en 2025. Cela conduit à des gains cumulés de 3627 kTEP sur la période 2015 - 2030, correspondant à environ 631 Milliards FCFA de gains pour un investissement global de 700 Milliards FCFA. L'évolution des gains générés par cette mesure à l'horizon 2030 est présentée sur la figure 123.

Figure 123 : Impact de la diffusion des cuiseurs solaires en milieu rural



#### 4.4.3. Sensibilisation des usagers

Comme évoqué pour la « Cuisson » avec le GPL dans les hydrocarbures, la sensibilisation des usagers aux comportements éco-énergétiques est un des principaux leviers, rapides, pour faire des économies d'énergie. Les actions consistent essentiellement à contrôler les temps de cuisson et l'emplacement des foyers (e.g. à l'abri des courants d'air).

<sup>106</sup> Source: <http://www.boliviainti-sudsoleil.org/spip.php?article92>  
<http://bioenergies.free.fr/constructionssola/>

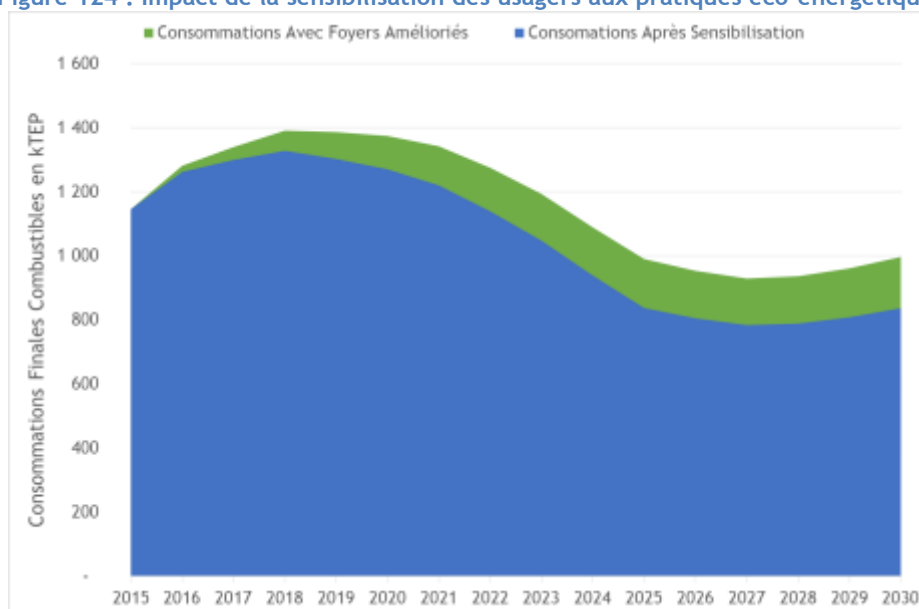
## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

Dans le cadre de cette étude, nous avons retenu que le changement de comportement des usagers pouvait offrir un potentiel d'économie de 15% compte tenu des pratiques actuelles en cours au Sénégal et des leviers présentés ci-dessus. Ce chiffre est issu d'une estimation des temps de moyen de préparation des plats au Sénégal.

Le profil de diffusion retenu pour cette mesure est linéaire, avec une hypothèse de maturité en 2025 dans la mesure où une campagne efficace de publicité permettrait d'atteindre les objectifs fixés. Les investissements pour cette mesure consistent essentiellement au coût de la publicité, dont le principe a déjà été présenté (vidéos de 60 s, pendant 365 jours, diffusés sur 3haines TV).

L'application de cette action, dans les conditions définies ci-dessus, conduit à une économie globale de 1770 kTEP entre 2015 et 2030, soit 367 Milliards FCFA de gains cumulés pour un investissement global de ~10 Milliards FCFA. L'évolution des gains obtenus par cette mesure est présentée dans la figure 124.

Figure 124 : Impact de la sensibilisation des usagers aux pratiques éco-énergétiques



#### 4.4.4. Synthèse des actions dans le sous-secteur des combustibles

La consommation d'énergie des combustibles au Sénégal est d'environ 1122 kTEP en 2013 ; en l'absence d'une stratégie structurée et soutenue de maîtrise de l'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 2370 kTEP en 2030, soit une augmentation de 111%, au rythme annuel moyen 4,5% par an. Cela correspond au scénario de référence (Scénario Business As Usual) qui consiste à laisser faire et à suivre la tendance socio-économique actuelle. La mise en œuvre de la série d'actions d'économies d'énergie présentées ci-avant, conduira, selon les stratégies de mise en œuvre, à plusieurs scénarii parmi lesquels nous avons retenu les 3 suivants :

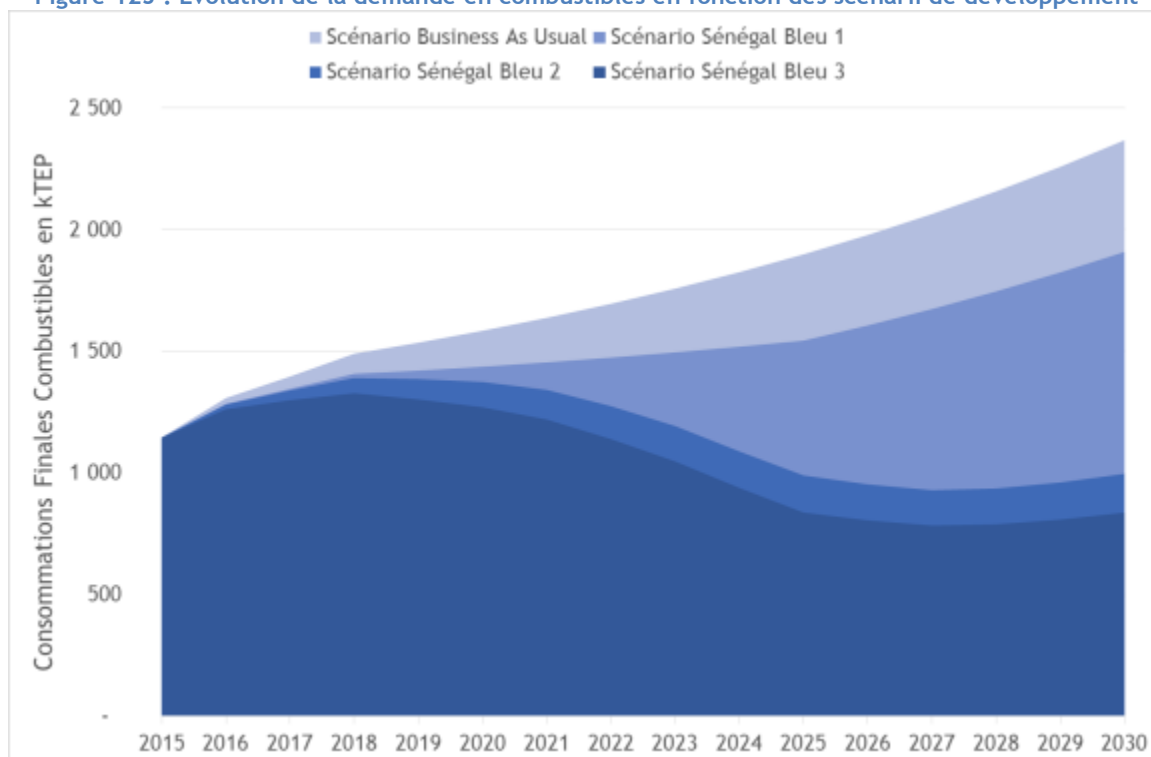
- Scénario Sénégal Bleu 1 : qui consiste généraliser l'utilisation des foyers améliorés pour tous les combustibles de cuisson charbon ou bois.

## Définition de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal

- Scénario Sénégal Bleu 2 : qui ajoute au scénario Sénégal Bleu 1 l'impact de l'utilisation des cuiseurs solaires pour assurer 1/3 de la consommation en milieu rural.
- Scénario Sénégal Bleu 3 : qui complète les deux premiers scénarii avec l'impact de l'ensemble des actions de sensibilisation des usagers pour les amener à développer des pratiques de cuisson éco-énergétiques.

Ces différents scénarii de maîtrise de l'énergie auront des impacts considérables sur la demande en combustibles du Sénégal. Le Scénario Sénégal Bleu 1, à lui tout seul permettrait de réduire de 25% la demande cumulée en combustibles du Sénégal à l'horizon 2030 ; le Scénario Sénégal Bleu 2, permettrait quant à lui de réduire la demande de 33% et le Scénario Sénégal Bleu 3 amènerait ce potentiel à 40% par au scénario de référence. Le développement de ces scénarii est illustré sur la figure 125.

Figure 125 : Evolution de la demande en combustibles en fonction des scénarii de développement



Au-delà de l'impact énergétique la mise en œuvre des actions de maîtrise de l'énergie permet également de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> du sous-secteur des combustibles. L'ensemble des actions envisagées permettrait de réduire les émissions de 45,36 Millions tonnes de CO<sub>2</sub> entre 2015 et 2030. Cette réduction se répartit comme suit entre les différentes actions :

- Généralisation des foyers améliorés : 23,2 Millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.
- Cuisson solaire : 14,9 Millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.
- Sensibilisation des usagers : 7,2 Millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.



## IX. Plan d'actions pour la mise en œuvre

La réalisation des ambitions de la stratégie de maîtrise de l'énergie précédemment définie, nécessitera la planification de la mise en œuvre des différentes actions stratégiques proposées. Ces actions peuvent être structurées autour de trois (03) programmes majeurs :

- **Programme 1** - Création d'un cadre institutionnel et réglementaire favorable à l'émergence de la maîtrise de l'énergie.
- **Programme 2** - Mise en place des dispositifs de financement et de mise en œuvre qui permettront de rendre opérationnelle la stratégie définie.
- **Programme 3** - Réalisation des projets et programmes d'économies d'énergie.

Dans la suite, chaque programme est présenté avec son portefeuille de projets ou d'actions associé et sa carte de transformation donnant la chronologie de mise en œuvre en définissant les niveaux de priorité.

### 1. Programme 1 - Création d'un cadre institutionnel et réglementaire du marché de maîtrise de l'énergie

Ce programme vise principalement à créer un cadre institutionnel propice à la promotion, l'encadrement, le contrôle et la régulation du développement du marché de l'efficacité énergétique au Sénégal. Il permet également de mettre en place le dispositif réglementaire et juridique adéquat pour renforcer le pouvoir, les marges de manœuvre et la crédibilité des différents acteurs institutionnels, chacun dans son rôle tel qu'il sera défini dans les textes qui seront édictés.

Ce programme est structuré autour d'une douzaine de projets (12) majeurs permettant de transformer le cadre institutionnel et réglementaire du marché de l'efficacité énergétique et de favoriser son développement.

Les quatre (04) premiers projets, décrits dans le tableau ci-dessous, concernent le cadre institutionnel.

Tableau 61 : Synthèse des actions préconisées sur le cadre institutionnel

PROGRAMME	PROJETS	NATURE
<b>Création du cadre institutionnel et réglementaire du marché de maîtrise de</b>	Créer un centre d'information-conseil dédié à l'efficacité énergétique	INS - 1
	Créer un centre de recherche dédié à l'efficacité énergétique	INS - 2
	Créer un centre de contrôle et de surveillance de l'application de la réglementation	INS - 3

## Plan d'actions pour la mise en œuvre

PROGRAMME	PROJETS	NATURE
<b>l'énergie et d'efficacité énergétique</b>	Positionner l'AEME comme le seul cadre d'impulsion et de coordination la politique de la maîtrise de l'énergie à l'échelle nationale	INS - 4

Les huit (08) autres projets permettent de créer le cadre réglementaire adéquat pour encadrer et contrôler le développement du marché de l'efficacité énergétique.

Tableau 62 : Synthèse des actions préconisées sur le cadre réglementaire

PROGRAMME	PROJETS	NATURE
<b>Création du cadre institutionnel et réglementaire du marché de maîtrise de l'énergie et d'efficacité énergétique</b>	Elaborer une loi d'orientation dédiée à la promotion de l'efficacité énergétique	REG - 1
	Inscrire dans une Loi ou un Décret l'obligation de mettre en place une démarche d'économies d'énergies pour l'ensemble des usages professionnels	REG - 2
	Inscrire l'obligation de performance énergétique pour les opérateurs du secteur de l'énergie	REG - 3
	Instaurer un système obligatoire de labellisation des biens et services	REG - 4
	Imposer des performances énergétiques minimales pour les différents usages	REG - 5
	Mettre en place un dispositif progressif d'interdiction des foyers de combustion inefficaces : « 100% de foyers efficaces en 2030 »	REG - 6
	Mettre en place une réglementation thermique pour le bâtiment	REG - 7
	Réévaluer la réglementation dans le secteur des transports	REG - 8

La carte de transformation ci-dessous (figure 126) donne la chronologie de mise en œuvre de l'ensemble des 12 projets associés au programme de création des cadres institutionnel et réglementaire. Elle définit également les niveaux de priorité dans la mise en œuvre des projets cibles. Trois niveaux de priorité sont indiqués pour identifier les projets à développer en urgence, en phase pilote, ou en mode normal.

Les projets dits urgents sont à mettre en œuvre le plus rapidement possible, il s'agit de Quick-Win (actions rapides, non ou peu coûteuses à très fort impacts). Les projets pilotes concernent ceux qui, pour des raisons financières ou de faisabilité, ont besoin d'une phase

Plan d'actions pour la mise en œuvre de test préalable à leur généralisation. En revanche, les projets en mode normal sont à réaliser au rythme défini par l'Agence.

La carte de transformation donne ainsi le séquençage de toutes les étapes nécessaires pour la mise en œuvre du programme, dans l'optique d'atteindre l'objectif défini. Le suivi du niveau de progression de la carte de transformation permettra de piloter et jauger l'objectif de créer des cadres institutionnel et réglementaire incitatifs et propices au développement du marché de l'efficacité énergétique au Sénégal.

**Figure 126 : Carte de transformation du programme de création des cadres institutionnel et réglementaire du marché de l'efficacité énergétique**



## 2. Programme 2 - Mise en place des dispositifs de financement et de mise en œuvre pour la stratégie de maîtrise de l'énergie

Ce deuxième programme vise essentiellement à mettre en place les dispositifs de financement adéquats pour faciliter l'opérationnalisation de la stratégie de maîtrise de l'énergie et d'efficacité énergétique. Ce programme est structuré autour de 17 projets permettant de faciliter le financement du marché de l'efficacité énergétique pour favoriser son développement.

Les sept (07) premiers projets sont focalisés sur le déploiement d'un dispositif de financement adéquat pour assurer le développement du marché de l'efficacité énergétique.

## Plan d'actions pour la mise en œuvre

Les projets proposés permettent de mettre en place les différents mécanismes de financement comprenant les subventions, les investissements, les incitations fiscales, les garanties, les fonds dédiés et etc.

Tableau 63 : Synthèse des actions préconisées sur les mécanismes de financement

PROGRAMME	PROJETS	NATURE
<b>Mise en place du dispositif de financement pour opérationnaliser la stratégie de maîtrise de l'énergie et d'efficacité énergétique</b>	Mettre en place un dispositif de subventions des audits et investissements pour les projets d'efficacité énergétique	FIN - 1
	Structurer et encourager l'utilisation des mécanismes de financements verts	FIN - 2
	Créer un dispositif de garantie des investissements liés à l'efficacité énergétique	FIN - 3
	Mettre en place des incitations fiscales	FIN - 4
	Développer des mécanismes de financement innovants	FIN - 5
	Créer un fond dédié à l'efficacité énergétique	FIN - 6
	Stimuler la mobilisation des ressources pour le financement de l'efficacité énergétique	FIN - 7

Les dix (10) autres projets permettent de structurer et dynamiser le dispositif de mise en œuvre pour accompagner et faciliter le déploiement de la stratégie de développement du marché de l'efficacité énergétique.

Tableau 64 : Synthèse des actions préconisées sur les dispositions de mise en œuvre

PROGRAMME	PROJETS	NATURE
<b>Mise en place du dispositif de mise en œuvre pour opérationnaliser la stratégie de maîtrise de l'énergie et d'efficacité énergétique</b>	Renforcer la position institutionnelle et les moyens mis à la disposition de l'AEME	MOE - 1
	Mettre en place un système de certification ou d'agrément des professionnels de l'efficacité énergétique	MOE - 2
	Mettre en place de Guides et de Procédures dédiés à l'efficacité énergétique	MOE - 3
	Introduire une formation spécifique destinée à l'efficacité énergétique dans les programmes d'enseignement supérieur	MOE - 4
	Organiser le contrôle systématique des produits et services destinés au marché de l'efficacité énergétique	MOE - 5
	Mettre en place un SI dédié à l'EE pour un suivi centralisé des projets et initiatives de maîtrise de l'énergie	MOE - 6

## Plan d'actions pour la mise en œuvre

PROGRAMME	PROJETS	NATURE
	Encourager la création d'une ESCO pilote	MOE - 7
	Accompagner le développement des compétences des acteurs	MOE - 8
	Faciliter l'accès aux équipements des professionnels de l'efficacité énergétique	MOE - 9
	Renforcer la sensibilisation par la mise en place d'un portail d'information dédié à l'efficacité énergétique	MOE - 10

La carte de transformation ci-dessous (figure 127) donne la chronologie de mise en œuvre de l'ensemble des projets associés au programme dédié à la mise en place des mécanismes de financements et des dispositions de mise en œuvre qui permettront l'émergence et la pérennité du marché de l'efficacité énergétique. Cette carte définit également les niveaux de priorité dans la mise en œuvre des projets cibles. Les mêmes niveaux de priorité (urgence, pilote ou normal) sont de nouveau indiqués pour identifier les priorités de développement.

La carte de transformation donne ainsi le séquençement de toutes les étapes nécessaires pour la mise en œuvre du programme dans l'optique d'atteindre l'objectif défini. Le suivi de niveau de progression de la carte de transformation permettra de piloter et jauger l'objectif ainsi poursuivi par le Programme d'action n°2.

Figure 127 : carte de transformation du programme de mise en place des dispositifs de financement et de mise en œuvre pour opérationnaliser la stratégie de maîtrise de l'énergie et d'efficacité énergétique



## Plan d'actions pour la mise en œuvre

### 3. Programme 3 - Déploiement des actions d'économies d'énergie dans les différents sous-secteurs

Le programme 3 vise à déployer les mesures et initiatives clés définies pour réaliser les économies d'énergie et les réductions de CO<sub>2</sub> dans les sous-secteurs de l'électricité, des hydrocarbures et des combustibles. Ce programme est articulé autour de 27 projets majeurs destinés à réaliser l'ambition du Sénégal en matière d'économies d'énergie à l'horizon 2030.

Les vingt (20) premiers projets concernent les actions d'économie d'énergie du sous-secteur de l'électricité, trois (03) projets majeurs sont déclinés dans le sous-secteur des combustibles, et quatre (04) dans celui des hydrocarbures. Ces différentes actions sont codifiées et définies dans les tables suivantes.

Tableau 65 : Présentation synthétique des actions d'économies d'énergie étudiées dans l'électricité

PROGRAMME	PROJETS	NATURE
Déploiement des mesures et initiatives pour réaliser des gains d'énergies dans les sous-secteurs d'électricité, des Hydrocarbures et des combustibles	CLIM - Actions sur enveloppe	ELEC - 1
	CLIM - Sensibilisation des usagers	ELEC - 2
	CLIM - Climatisation active	ELEC - 3
	EEM - Equipements HPE	ELEC - 4
	EEM - Sensibilisation des usagers	ELEC - 5
	FRD - Equipements HPE	ELEC - 6
	FRD - Sensibilisation des usagers	ELEC - 7
	PROC - Isolation et Optimisation	ELEC - 8
	EEB - Equipements HPE	ELEC - 9
	EEB - Sensibilisation des usagers	ELEC - 10
	EEL - Equipements HPE	ELEC - 11
	EEL - Sensibilisation des usagers	ELEC - 12
	ECL - Eclairage efficace	ELEC - 13
	ECL - Sensibilisation des usagers	ELEC - 14
	FM - Variation de vitesse	ELEC - 15
	FM - Moteurs à haut rendement	ELEC - 16
	VENT - Equipements HPE	ELEC - 17
	VENT - Moteurs à haut rendement	ELEC - 18
	ECS - Chauffe-eau solaire	ELEC - 19
	ECS - Sensibilisation des usagers	ELEC - 20

Tableau 66 : Présentation synthétique des actions d'économies d'énergie étudiées dans les hydrocarbures et les combustibles domestiques

PROGRAMME	PROJETS	NATURE
Déploiement des mesures et initiatives pour	Renouvellement du parc de véhicules anciens (> 10 ans)	HYD - 1
	Substitution véhicules particulier par transports en commun (10% à Dakar)	HYD - 2

## Plan d'actions pour la mise en œuvre

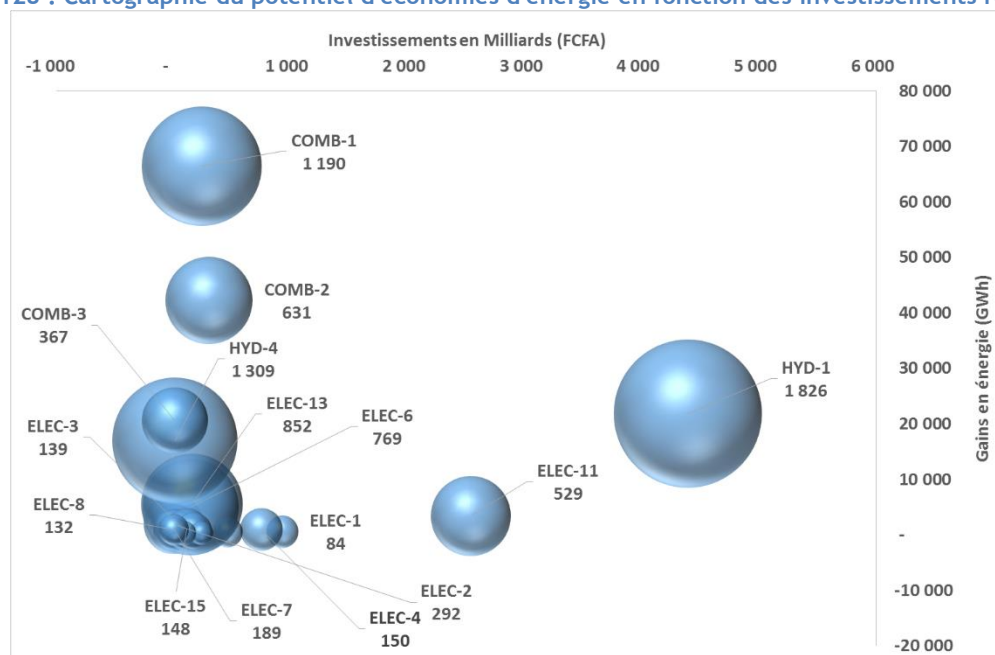
PROGRAMME	PROJETS	NATURE
réaliser des gains d'énergies dans les sous-secteurs d'électricité, des Hydrocarbures et des combustibles	Transfert partiel du fret routier sur les rails	HYD - 3
	Sensibilisation des usagers	HYD - 4
	Cuisson solaire	COMB - 1
	Biogaz	COMB - 2
	Foyers efficaces	COMB - 3

La figure 128 montre le positionnement relatif des différentes actions en termes d'impact énergétique (axe des ordonnées), d'investissements (axe des abscisses) et d'économies monétaires (diamètre de la sphère). Elle permet ainsi, de comparer les actions dans les sous-secteurs de l'électricité, des hydrocarbures et des combustibles au niveau des principaux usages cibles. L'ensemble de ces données est synthétisé dans le tableau 67. Cela étant, afin de pouvoir définir les priorités dans la mise en œuvre des différents projets, un classement systématique et rigoureux a été développé. Ce classement tient compte des éléments suivants : investissements, gains en GWh et en TEP, Temps de retour sur investissement et émissions de CO<sub>2</sub>, auxquels s'ajoutent la difficulté de mise en œuvre, appréciée d'un commun accord entre l'AEME, la GIZ et Performances Management Consulting.

Le système de classement utilisé comprend 4 étapes, appliquées à chaque action :

- Evaluation du poids relatifs des différents indicateurs (ratio entre la valeur pour l'action considérée et le total des valeurs ; sauf pour le temps de retour pour lequel la valeur est rapportée à la valeur maximale observée) ;
- Affectation d'une note, comprise entr 0 et 100, en fonction de la difficulté de mise en œuvre, plus une action est facile à mettre en œuvre plus la note est élevée ;
- Affectation de coefficients de pondération aux différents indicateurs, afin de tenir compte de leur importance relative ;
- Calcul d'une note moyenne arithmétique pondérée sur la base de laquelle le classement est établi.

Figure 128 : Cartographie du potentiel d'économies d'énergie en fonction des investissements requis





Plan d'actions pour la mise en œuvre  
**Tableau 67 : Classement des projets d'économies d'énergie**

N°	Actions Stratégiques	Investissement Global Milliards FCFA	Gains Milliards FCFA	Gains Energie kTep	Réduction CO2 ktonnes	Ratio PBT/DDV	Difficultés mise en œuvre	Classement Actions	Durée de vie (Ans)
<b>COMB-1</b>	Foyers efficaces	239,29	1 189,58	5 709,65	23 216,79	0	70	1	5
<b>ELEC-6</b>	FRD - Equipements HPE	141,94	768,69	427,54	3 322,72	0	80	2	8
<b>ELEC-13</b>	ECL - Eclairage efficace	154,04	852,47	474,14	3 684,85	0	70	3	10
<b>ELEC-7</b>	FRD - Sensibilisation des usagers	0,37	188,71	104,96	815,73	0	70	4	1
<b>ELEC-14</b>	ECL - Sensibilisation des usagers	0,52	142,6	79,31	616,4	0	70	5	1
<b>ELEC-20</b>	ECS - Sensibilisation des usagers	0,28	19,8	11,01	85,59	0	70	6	1
<b>ELEC-16</b>	FM - Moteurs à haut rendement	14,97	60,52	33,66	261,6	0	70	7	5
<b>ELEC-3</b>	CLIM - Climatisation active	90,02	139,38	77,52	602,46	0,1	70	8	8
<b>ELEC-15</b>	FM - Variation de vitesse	112,6	148,09	82,37	640,12	0,2	70	9	5
<b>COMB-2</b>	Cuisson solaire	299,76	631,14	3 627,56	14 904,27	0,1	20	10	10
<b>ELEC-2</b>	CLIM - Sensibilisation des usagers	0,4	291,51	162,14	1 260,07	0	60	11	1
<b>COMB-3</b>	Sensibilisation	9,93	366,82	1 769,99	7 225,41	0	40	12	1
<b>ELEC-19</b>	ECS - Chauffe-eau solaire	84,45	49,33	27,44	213,23	0,1	60	13	20
<b>ELEC-8</b>	PROC - Isolation et Optimisation	16,85	132,19	73,52	571,38	0	50	14	10
<b>ELEC-5</b>	EEM - Sensibilisation des usagers	0,21	65,64	36,51	283,73	0	50	15	1
<b>HYD-4</b>	Sensibilisation	10,15	1 309,03	1 457,30	4 426,84	0	30	16	1
<b>ELEC-12</b>	EEL - Sensibilisation des usagers	0,49	135,4	75,31	585,27	0	40	17	1
<b>ELEC-10</b>	EEB - Sensibilisation des usagers	0,44	22,74	12,65	98,3	0	40	18	1
<b>ELEC-17</b>	VENT - Equipements HPE	165,09	111,59	62,06	482,34	0,3	50	19	5
<b>HYD-1</b>	Renouvellement du parc de véhicules anciens (> 10 ans)	4 387,59	1 826,06	1 874,00	5 857,78	0,2	20	20	15
<b>ELEC-18</b>	VENT - Moteurs à haut rendement	232,99	45,83	25,49	198,09	1	70	21	5

Plan d'actions pour la mise en œuvre									
ELEC-4	EEM - Equipements HPE	747,76	149,83	83,33	647,65	0,6	50	22	8
ELEC-9	EEB - Equipements HPE	459,49	75,29	41,87	325,43	0,8	50	23	8
ELEC-1	CLIM - Actions sur enveloppe	928,13	83,59	46,49	361,32	0,6	20	24	20
ELEC-11	EEL - Equipements HPE	2 536,56	529,38	294,44	2 288,28	1	40	25	5
HYD-2	Substitution véhicules particulier par transports en commun (10% à Dakar)	-	63,6	65,27	204,02	-	20	NC	0
HYD-3	Transfert partiel du fret routier sur les rails	-	76,74	78,76	246,19	-	10	NC	0

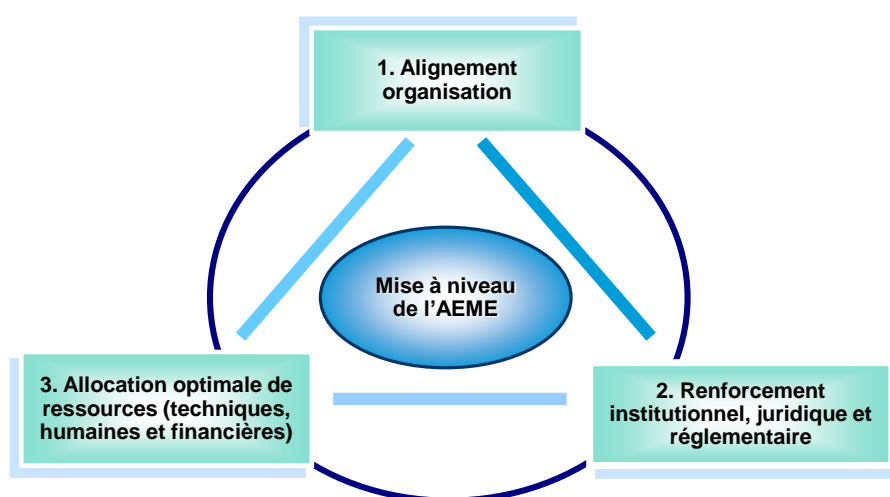
**Nota :** PBT pour Payback Time (temps de retour calculé) et DDV pour Durée de Vie.

## X. Mise à niveau de l'AEME

La mise en œuvre de la stratégie de maîtrise de l'énergie représente un défi majeur pour l'AEME. Afin d'y faire face, il conviendra d'opérer des changements majeurs dans différents domaines : la gouvernance interne, l'organisation, le cadre institutionnel, la gestion des ressources, le dispositif de mise en œuvre des orientations, etc.

Dans cette dynamique, la mise à niveau de l'AEME constitue un levier important de succès dans la mise en œuvre de la stratégie de maîtrise de l'énergie. Cette mise à niveau de l'AEME, nécessitera un alignement de l'organisation, un renforcement du cadre institutionnel (juridique et réglementaire) et une allocation optimale des ressources techniques, humaines et financières (figure 129).

Figure 129 : trois axes de mise à niveau de l'AEME



### 1. Alignement de l'organisation de l'AEME à la SMES

La mise en place d'une organisation alignée sur la stratégie de maîtrise de l'énergie représente le premier axe du levier de succès pour une mise en œuvre réussie. En effet, l'alignement de l'organisation cible de l'AEME facilitera véritablement la réalisation des objectifs et orientations stratégiques définis.

L'opérationnalisation de la stratégie de maîtrise de l'énergie exigera la mise en place d'un nouvel organigramme de l'AEME avec la création d'une Direction de la communication institutionnelle et des relations extérieures (DCIRE) et le renforcement de deux directions majeures existantes : la Direction Technique (DT) et la Direction de la Planification et des Etudes.

Une amélioration de la communication et de la relation avec les parties prenantes reste déterminante dans la mise en œuvre de la stratégie de maîtrise de l'énergie. La DCIRE assurera la gestion de la communication et des partenariats, la coordination des relations avec les parties prenantes. Pour cela, il sera nécessaire de doter la DCIRE d'un centre

---

 Mise à niveau de l'AEME

d'information-conseil dédié à l'efficacité énergétique et de deux (2) cellules en charge respectivement des relations extérieures et de la communication institutionnelle.

Le renforcement de la Direction Technique (DT) est également nécessaire pour accompagner le développement des compétences des acteurs et la mise en œuvre des orientations visant à développer le marché de l'efficacité énergétique. Dans cette perspective, la DT bénéficiera de la mise en place de trois (03) divisions en charge respectivement de la réglementation, du développement des projets d'efficacité énergétique et des études techniques (audit et études de faisabilité de projets). Chacune de ces divisions sera sous la responsabilité d'un expert dédié.

De même, la Direction de la planification et des études (DPE) sera également renforcée avec la mise en place de deux (02) services : le service des études et le service de gestion, d'exploitation et de suivi-évaluation des données.

Le service des études permettra de renforcer les capacités d'études et de projection à long terme de l'AEME dans le domaine de l'efficacité énergétique. Le service des études sera également doté des moyens documentaires, de bases de données et de logiciels permettant la conduite efficiente de ses activités. Ce dispositif n'exclut pas la possibilité de renforcer les moyens d'études par le recours ponctuel à une expertise externe.

Le service de gestion et d'exploitation des données permettra de piloter et valoriser la banque de données dédiée à l'efficacité énergétique. Cette banque de données est considérée comme un facteur essentiel dans la transformation stratégique et opérationnelle du marché de l'efficacité énergétique.

## 2. Renforcement des cadres institutionnel, juridique et réglementaire de l'AEME

Le positionnement de l'AEME comme le seul cadre d'impulsion et de coordination de la politique de maîtrise de l'énergie suppose préalablement la mise à jour du décret actuel de création pour disposer d'un nouveau décret instituant la création spécifique de l'AEME. Cette mise à jour consistera à remplacer le décret actuel portant création de l'Agence Nationale de l'Efficacité Énergétique (ANEE) et de revisiter les missions assignées.

La révision des missions visera à étendre les missions de l'AEME pour mieux les aligner à la nouvelle stratégie de maîtrise de l'énergie. Il s'agira de permettre à l'AEME de jouer pleinement son rôle d'acteur majeur dans la mise en œuvre de la politique de maîtrise de l'énergie avec un élargissement de ses missions et un renforcement de sa position institutionnelle. Dans cette perspective l'AEME devra être renforcée pour assurer en plus de ses missions traditionnelles, les missions suivantes :

- Etre le seul cadre d'impulsion et de coordination la politique de la maîtrise de l'énergie ;
- Mettre en place des guides et procédures dédiées à l'efficacité énergétique ;
- Organiser le contrôle systématique des produits et services destinés au marché de l'efficacité énergétique ;
- Mettre en place une plateforme moderne dédiée à l'efficacité énergétique pour un suivi centralisé des projets et initiatives de maîtrise de l'énergie ;

---

 Mise à niveau de l'AEME

- Accompagner le développement des compétences des acteurs ;
- Faciliter l'accès aux équipements des professionnels de l'efficacité énergétique ;
- Renforcer la sensibilisation par la mise en place d'un portail d'information dédié à l'efficacité énergétique.

Pour le renforcement des cadres juridique et réglementaire, les ambitions de la stratégie de maîtrise de l'énergie seront encadrées par : i) des règles juridiques définissant clairement les pouvoirs à attribuer à l'AEME, ii) des objectifs de performances assignés à l'Agence et iii) des modalités de suivi et de mise en œuvre.

### 3. Allocation optimale des ressources (technique, humaines et financières)

La mise à disposition de l'AEME, des ressources humaines et des moyens techniques et financiers nécessaires, jouera un rôle important dans l'atteinte des objectifs de la stratégie de maîtrise de l'énergie. Il importe que ces besoins soient identifiés et planifiés, afin que l'AEME dispose d'un personnel motivé et performant et de tous les moyens techniques et financiers adéquats. En effet, la mise à niveau de l'AEME a un impact direct sur le volet des ressources humaines. Il s'agira d'élaborer et mettre en œuvre un plan d'acquisition de compétences alignées sur les orientations de la stratégie de maîtrise de l'énergie. Cette acquisition de compétences se réalisera à travers le recrutement et la formation du personnel suivant les besoins spécifiés par les principales directions : Direction de la Communication Institutionnel et des Relations Extérieures (DCIRE), la Direction Technique (DT) et la Direction de la Planification et des Etudes et de la Planification (DPE).

Au niveau de la DCIRE, il s'agira de recruter trois profils pour assurer respectivement le pilotage du centre d'information-conseil dédié à l'efficacité énergétique et des cellules en charge de la gestion de la communication institutionnelle et des relations extérieures. Pour la DT, l'objectif est de recruter trois experts pour diriger les divisions en charge respectivement de la normalisation, du développement des projets d'efficacité énergétique et de la technique.

En ce qui concerne la DPE, les besoins de recrutement porteront sur deux profils pour assurer le pilotage du service des études et le service de gestion et d'exploitation des données. Cette mise à niveau aura également des impacts financiers pour assurer l'acquisition des moyens techniques nécessaires et le recrutement des huit (08) compétences additionnelles réparties entre la DCIRE (3), la DT (3) et la DPE (2). Pour renforcer la crédibilité de l'Agence et son positionnement institutionnel dans la stratégie de maîtrise de l'énergie, il est nécessaire que l'essentiel des collaborateurs en particulier le Top management soit choisi suivant le critère d'adéquation entre le poste et le profil après un appel public à candidature. Les moyens techniques concernent surtout l'acquisition des équipements techniques et des outils / matériels informatiques :

- le Van mobile équipé à louer pour faciliter l'accès aux équipements des professionnels de l'efficacité énergétique ;
- le déploiement d'une plateforme dédiée à l'efficacité énergétique intégrant tous les outils de collecte, d'analyse et traitement des données et le suivi centralisé des projets et initiatives de maîtrise de l'énergie ;
- la mise en place d'un portail d'information dédié à l'efficacité énergétique pour renforcer la sensibilisation.

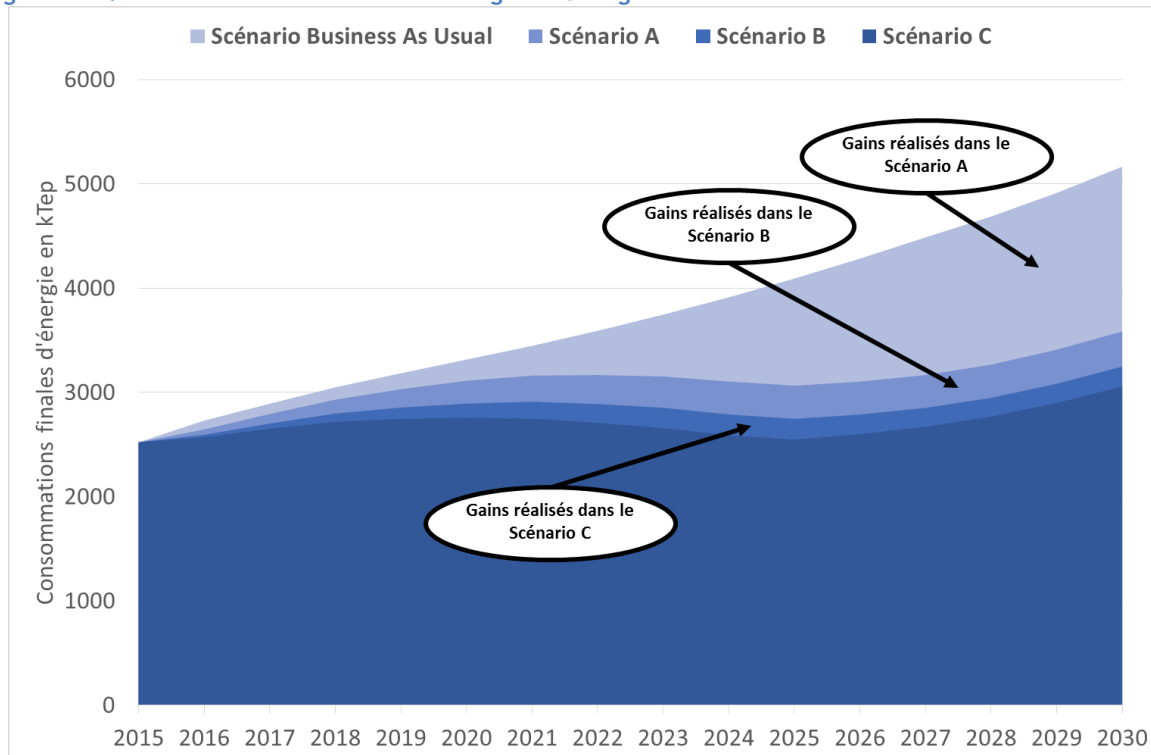
## XI. Conclusion Générale et Synthèse des actions dans le secteur de l'Energie

La consommation totale d'énergie finale du secteur de l'énergie du Sénégal est d'environ 2360 ktep en 2013 ; en l'absence d'une stratégie active de maîtrise de l'énergie, elle continuera de croître régulièrement pour atteindre 5165 ktep en 2030, soit une augmentation de 119%, au rythme annuel moyen 4,7% par an. Cela correspond au scénario de référence (Scénario Business As Usual) qui consiste à laisser faire et à suivre la tendance socio-économique actuelle. La mise en œuvre des différentes mesures d'économies d'énergie proposées dans les différents sous-secteurs, conduira, selon les stratégies de mise en œuvre, à plusieurs scénarii parmi lesquels nous avons retenu les 3 suivants :

- Scénario A : qui consiste en la mise en œuvre de toutes les actions d'économie d'énergie relevant de la sensibilisation des usagers aux comportements éco-citoyens.
- Scénario B : qui consiste à rajouter au premier scénario, l'ensemble des actions de promotion des équipements de haute performance énergétique.
- Scénario C : qui correspond au recours à des ressources alternatives telles que la cuisson solaire ou le chauffage électrique solaire.

Ces différents scénarii de maîtrise de l'énergie auront des impacts considérables sur la demande d'énergie du Sénégal. Le Scénario A, à lui tout seul permettrait de réduire de 17% la demande cumulée d'énergie finale entre 2015 et 2030 ; le Scénario B, permettrait quant à lui de réduire la demande de 24% ; enfin, le Scénario C permet d'atteindre 28% d'économie d'énergie. Le développement de ces scénarii est illustré sur la figure 130.

Figure 130 : Evolution de la demande en énergie du Sénégal en fonction des scénarii de maîtrise de l'énergie



## Conclusion Générale et Synthèse des actions dans le secteur de l'Energie

Au-delà de l'impact énergétique, la mise en œuvre de la stratégie de maîtrise de l'énergie génère plusieurs autres résultats très bénéfiques pour le Sénégal ; ce, dans plusieurs domaines :

- Sur le plan Politique : la mise en œuvre de la stratégie affichera la ferme volonté de l'Etat du Sénégal dans la structuration du sous-secteur de l'efficacité énergétique et la saisie des opportunités offertes pour la réduction des consommations.
- Sur les plans Social et Educatif : le développement de l'efficacité énergétique favorisera l'accès à l'énergie par les possibilités offertes de redistribution de l'énergie économisée. De même, ce développement favorisera la formation des hommes et des femmes acteurs dans le domaine de l'efficacité énergétique par les programmes de renforcement de capacités qui seront mis en œuvre afin de garantir le succès du déploiement de la stratégie.
- Sur le plan Economique : le développement de la stratégie présentée ci-avant favorisera la création de nouveaux emplois qualifiés ; en effet, l'efficacité énergétique est un domaine plutôt complexe et transversal qui fait appel à de véritables compétences techniques dans des disciplines très variés (électricité, thermique, thermodynamique, matériaux, génie climatique, génie des procédés...). Par ailleurs, le développement du marché de l'efficacité énergétique aura un effet positif sur les ventes de biens et d'équipements énergétiquement économes.
- Sur le plan Technique : la mise en œuvre de la stratégie favorisera le développement et l'innovation technologique, par l'encouragement de la recherche de l'accroissement des performances énergétiques et des solutions intelligentes de suivi des consommations.
- Sur le plan Environnemental : les principaux bénéfices sont la réduction des émissions des gaz à effet de serre et la limitation de la dynamique de la déforestation provoquée par l'utilisation de combustibles traditionnels.
- Sur le plan Législatif : la mise en œuvre de la stratégie viendra compléter le cadre institutionnel et réglementaire du secteur de l'énergie, à l'image des pays les plus avancés où la question de l'énergie est maîtrisée.

Ainsi, il apparaît clairement que la mise en œuvre de la stratégie de maîtrise de l'énergie du Sénégal doit devenir une des priorités du secteur de l'énergie, et être une partie intégrante de la stratégie de développement du secteur notamment à travers son inclusion dans la LPDSE.



# Bibliographie

1. L'efficacité Energétique dans les pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée : Panaroma des politiques et des bonnes pratiques
2. Les mécanismes innovants de financement des projets d'énergies renouvelables en Afrique du nord
3. Conseil français de l'énergie : Trilemme Energétique Mondial
4. L'engagement des territoires dans le soutien aux investissements d'économie d'énergie et d'énergies renouvelables, Comment financer l'efficacité énergétique ?
5. Les centrales photovoltaïques à concentration de Soitec
6. The Environmental Business Finance Program The Environmental Business Finance Program Sustainable SME Financing International Finance Corporation International Finance Corporation : The World Bank Group The World Bank Group, Energy Week 2005 Energy Week 2005 March 15, 2005 March 15, 2005
7. Case studies 2 : Photovoltaic Market Transformation Initiative
8. Réseau Action Climat France : Note de propositions du Réseau Action Climat-France sur le financement de la transition énergétique
9. L'efficacité énergétique : dynamiques dans les pays du Sud et réflexions sur la coopération Nord - Sud : Les mécanismes de financement de l'efficacité énergétique Zoom sur des exemples internationaux Conférence des idées pour le développement, AFD le 5 avril 2013
10. Regional Seminar on : « Enabling Policies for Financing Energy Efficiency Investments
11. Plan d'action de la France en matière d'efficacité énergétique
12. Catalogues de mesures d'efficacité énergétique pour la France : Fiches descriptives, Juin 2012
13. "Indicateurs de maîtrise de l'énergie dans les pays de la rive sud de la Méditerranée, Rapport final de l'Algérie APRUE"
14. L'énergie au Royaume du Maroc : Stratégie énergétique et développements récents, LinkLater Mars 2013
15. Politique sur l'Efficacité Energétique de la CEDEAO (PEEC) : Version finale, Septembre 2012
16. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie : PROJET DE LOI de programmation pour un nouveau modèle énergétique français, NOR : DEVX1413992L/Rose-1
17. Best Practices in Designing and Implementing Energy Efficiency Obligation Schemes : DSM University/Leonardo Energy Webinar, 25 June 2014
18. Cadre Institutionnel et Régulatoire pour la promotion de l'EE et les ENRs, SENELEC
19. World Energy Council (WEC) sustainable energy : Energy Efficiency Technologies

Bibliographie

20. WEC - ADEME project Energy efficiency policies : a worldwide panorama
21. Royal Government of Cambodia Nation Religion King : National Policy, Strategy and Action Plan of Energy Efficiency in Cambodia
22. WEC : Les politiques énergétique dans le monde, ce qui marche et ce qui ne marche pas
23. Journal officile de la République Tunisienne : Loi 2004-720du 2 août 2004, relative à la maîtrise de l'énergie
24. European Investment Bank, Mécanisme Financier pour le développement de l'Efficacité Énergétique et des Énergies Renouvelables Dans les pays sud- et est-Méditerranéens FTF/REG/04/2005
25. L'efficacitE EnergEtique dans les pays du Sud et de l'Est de la MEditerranEe : Panorama des politiques et des bonnes pratiques
26. Politiques climat et efficacité énergétique : Synthèse des engagements et résultats de la France
27. Le soutien de l'ADEME aux entreprises pour maîtriser les consommations d'énergie
28. Energy Efficiency :A Worldwide Review Indicators, Policies, Evaluation; A Report of the World Energy Council in Collaboration with ADEME
29. Cours des comptes de la France octobre 2013 : communication au premier ministre, article L132-5-1 du code des juridictions financieres
30. Journal officile de la République Tunisienne : Loi n° 2009-7 du 9 février 2009, Complétant la Loi 2004-720du 2 août 2004, relative à la maîtrise de l'énergie
31. Synthèse des ateliers lors des Etats Généraux Les Etats Généraux de l'Efficacité Energélque du Royaume, Rabat 9 octobre 2013
32. The National Energy Efficiency Action Plan (NEEAP 2011-2015) : a Road Map to a Challenging Target
33. Programme d'action pour l'efficacité énergétique issu de la table ronde nationale sur l'efficacité énergétique 16/12/2011
34. The national energy efficiency action plan for lebanon neeap 2011-2015
35. Ireland's second National Energy Efficiency Action Plan to 2020
36. Second National Energy Efficiency Action Plan (NEEAP) of the Federal Republic of Germany Pursuant to the EU Directive on Energy End-use Efficiency and Energy Services (2006/32/EC)
37. World Energy Resources 2013 Survey
38. World Energy Resources 2013 Survey : Summary
39. World Energy Perspective Energy Efficiency Policies - What works and what does not

Bibliographie

40. Electric renewable technologies - Potential for achieving long term EU energy targets in residential dwellings March 2014
41. La stratégie nationale de transition écologique vers un développement durable (SNTEDD) 2014-2020, sous la coordination du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie Version du 20/03/14

# ANNEXES

## ANNEXES

**Annexe 1 : Liste des structures rencontrées dans le cadre de la collecte de données**

Nom & Prénom(s)	Structure	Poste
KEBE Saliou	Aéroport du Sénégal	Chargé des Etudes Economiques
BA Aly	Agence des Travaux et de Gestion des Routes (AGEROUTE)	Directeur des Grands Travaux
ABRAM Terence	Agence Française du Développement	Chargé de Projet
DIOP Kader	Agence Nationale des Energies Renouvelables (ANER)	Chef Division Planification et Suivi-Evaluation
FALL Aziz	Agence Nationale des Energies Renouvelables (ANER)	Directeur Promotion et Coopération
FATY Sana	Agence Nationale des Energies Renouvelables (ANER)	Conseiller Technique DG
NIANG Gora	Agence Nationale des Energies Renouvelables (ANER)	Chef Division Etudes Techniques
SECK Moussa Amadou	Agence Nationale des Energies Renouvelables (ANER)	Directeur Projets Programmes
SARR Ousseynou	Agence Nationale des Statistiques et de la Démographie (ANSO)	Ingénieur Statisticien Economiste
SARR Ousmane Fall	Agence Sénégalaise de l'Electrification Rurale (ASER)	Directeur des Etudes et du Système d'Information
NDIAYE Souleymane	Association Sénégalaise de Normalisation	
SANGARE Mamadou	Association Sénégalaise de Normalisation	Chef du Bureau DCRE
SARR Barama	Association Sénégalaise de Normalisation	Directeur Général
SECK Abdoulaye	Bureau de Mise à Niveau (Mermoz)	Expert Efficacité Energétique
SOW Fatou Thiam	Cellule Etudes et Planification (SIE, MEDER)	Directrice de la Cellule Etudes et Planification (SIE)
DEME Pape Alassane	Comité National des Hydrocarbures	Secrétaire Permanent
NDIAYE Ali Mar	Commission de Régulation du Secteur de l'Electricité	Secrétaire Général
GAYE Cheikhou Oumar	Conseil Exécutif des Transports Urbains de Dakar (CETUD)	Directeur des Opérations
LY Mamadou Celly	Consortium Sénégalais d'Activités Maritimes (COSAMA)	Directeur Général Adjoint
DIALLO Alassane FAM Abdoulaye	Direction de la Prévision et des Etudes Economiques (DPEE)	
DIOP Oumy Khaïry	Direction de la Stratégie et de la Réglementation (MEDER)	Directrice
FALL Colonel	Direction des Eaux et Forêts	Chef de Division aménagement et productions forestières
TOURE Aminata Ndoye	Direction des Hydrocarbures (MEDER)	Directrice

## ANNEXES

Nom & Prénom(s)	Structure	Poste
WANE Oumar	Direction des Mines et de la Géologie	Ingénieur Géologue
DIAO Modou Kane	Direction des Transports Terrestres	Ingénieur Statisticien Spécialiste en Gestion des Transports
SOW Yaye Hindou Guèye	Direction des Transports Terrestres	Responsable du Système Informatique
SAKHO Demba	Direction Générale des Douanes	Chef du Bureau de la Comptabilité et des Statistiques de la Direction des Systèmes Informatiques Douaniers
DABO Mamadou	Direction Industrie	Ingénieur Statisticien, Chef de la Division des Informations Industrielles et responsable de l'observatoire de l'Industrie
DIOP Abdou	ENDA Energie	Expert Efficacité Energétique
EHEMBA Mireille Afoudji	Foyers Améliorés du Sénégal (FASEN)	Responsable du Programme FASEN Conseillère Technique Energie Domestiques
NDOUTOUM Jean-Pierre	Institut de la Francophonie pour le Développement Durable (IFDD)	Spécialiste de programme Politiques de l'énergie Maîtrise de l'énergie
SARR Madeleine Rosse Diouf	Ministère de l'Environnement	Chargé d'Etudes
NIANE Ibrahima	Ministère Energie (Direction Electricité)	Directeur de l'Electricité
DIOP Alioune	Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS)	Directeur de l'Exploitation
DAHOUENON Mansour Assani	PERACOD	Conseiller Technique Principal
DIOP Mbaw Guèye	Petit train de Banlieue (PTB)	Contrôleuse de Gestion
TOURE Mady	Petit train de Banlieue (PTB)	Directeur Délégué Chargé de la Coordination
SYLLA Matar	Programme National Biogaz Domestique (PNBD)	Coordonnateur
DIACK Ibrahima (Point Focal)	SENELEC	Chef Département Etudes Générales
SOUR Babacar	Société Africaine de Raffinage (SAR)	Directeur Technique
NDIAYE Samba	Société d'Investissement et de Restructuration Navale (SIRN)	Directeur Général

## ANNEXES

**Annexe 2 : Clé de répartition de la demande en hydrocarbures**

Tableau 68 : Structure de la demande en hydrocarbures. Source : SIE 2013.

Année	Transports	Aérien	Routier	Autres Transports	Autres Usages	Cuisson
2000	67,6%	0,9%	55,0%	44,0%	17,7%	14,8%
2001	63,2%	1,2%	57,9%	41,0%	20,9%	15,9%
2002	60,8%	0,5%	64,2%	35,3%	24,0%	15,1%
2003	65,9%	0,7%	61,7%	37,6%	19,0%	15,2%
2004	66,7%	0,9%	62,0%	37,0%	17,6%	15,7%
2005	69,2%	1,5%	61,1%	37,4%	13,7%	17,1%
2006	77,2%	7,9%	61,8%	30,3%	7,4%	15,4%
2007	73,1%	4,7%	90,6%	4,7%	11,9%	15,0%
2008	70,6%	3,8%	90,8%	5,5%	13,9%	15,4%
2009	76,0%	0,3%	95,0%	4,7%	7,8%	16,2%
2010	73,6%	0,6%	95,0%	4,5%	12,4%	14,0%
2011	74,2%	1,5%	94,3%	4,2%	13,6%	12,2%
2012	74,0%	0,1%	95,3%	4,6%	13,9%	12,1%



## ANNEXES

## Annexe 3 : Extraits Etudes sur le transport public de voyageurs

Tableau 69 : Caractéristiques du parc de véhicules de transport public de voyageurs. Source : DTT<sup>107</sup> et Analyse PMC.

Catégories de Véhicules	Kilométrage Annuel	Nombre Annuel Jours d'Exploitation	Nombre d'Heures d'Exploitation par An		Consommation (l/100 km)		Capacité	Consommation pondérée (l/100pkm)	
			Réel	Normes HDM	Neuf	Usagé		Neuf	Usagé
«Car Ndiaga Ndiaye»	75000	280	4 800	1 750	12	15	32	0,38	0,47
«Car Rapide»	70000	280	5 400	1 750	11	15	23	0,48	0,65
Autobus	110 000	180	1 800	1 750	15	35	60	0,25	0,58
Autobus transport international	110 000	160	1 900	1 750	15	35	60	0,25	0,58
Camionnette aménagée	40 000	200	1 000	1 300	11	30	14	0,79	2,14
Car interurbain	60 000	140	1 200	750	15	25			
Car urbain	40 000	280	2 000	1 750	12	13,5			
DDD Bus SUNLONG	72 000	300	3 750	1 750	38	38	60	0,63	0,63
DDD Bus TATA	72 000	300	3 750	1 750	38	38	60	0,63	0,63
DDD Bus Volvo	72 000	300	3 750	1 750	41	41	90	0,46	0,46
GIE Minibus KINGLONG	42000	300	3 500	1 300	20	20	42	0,48	0,48
GIE Minibus TATA	42000	300	3 500	1 300	20	20	42	0,48	0,48
Minicar	60 000	150	1 100	750	11	12,5	15	0,73	0,83
Moto taxi	20 000	280	2 000	150					
Taxi de banlieue	45000	280	2 500	1 300	8	12	5	1,60	2,40
Taxi de banlieue	50 000	280	1 700	1 750	8	10	5	1,60	2,00
Taxi interurbain	55 000	160	800	750	11	12,4	7	1,57	1,77
Taxi transport international	60 000	200	800	750	9	10	7	1,29	1,43
Taxi urbain	60000	280	3 000	750	8	10,8	5	1,60	2,16
Taxi urbain	55 000	280	2 100	750	8	9,5	5	1,60	1,90
Véhicule hippomobile	30 000	280	2 000	1 300	3	3,2			

<sup>107</sup> Etude sur les conditions d'exploitation des véhicules de transport public de voyageurs, DTT, 2014

## ANNEXES

**Annexe 4 : Démarche de modélisation et de projection dans le sous-secteur de l'électricité**

Dans un premier temps nous établissons ci-après le lien mathématique qui existe entre la courbe de charge nationale et les profils de charges élémentaires par catégorie type d'usage et/ou d'utilisateur.

Soit :

i, indice de balayage des différents types d'utilisateurs.

j, indice de balayage des différents types d'utilisages.

k, indice de balayage d'une journée au pas horaire.

$P_{i,j,k}^{nom}$ , la puissance nominale appelée par un utilisateur i pour un usage j au temps k.

$C_{i,j,k}$  le facteur de charge d'un usage chez un utilisateur donné, qui varie en fonction du temps.

$K_{i,j,k}$  le facteur de charge global du réseau qui varie en fonction du temps (Modulateur).

f le coefficient de foisonnement des équipements de même type en fonctionnement.

$Pop_i$  le nombre d'utilisateurs pour un type donné (i.e. effectif du type).

N le nombre d'équipements pour un usage donné.

$\overline{T_x} = \frac{N}{Pop}$ , le taux d'équipement pour un type d'usage et d'utilisateur donnés.

$\Delta t$ , le pas de temps permettant de discrétiser l'équation initiale.

E, l'énergie totale consommée dans le réseau.

U, le nombre d'utilisateurs types connectés au réseau (dans notre cas U=41).

u, le nombre d'utilisages types des différents utilisateurs (dans notre cas u=10).

On démontre, après discrétisation, que :

$$E = \sum_{i=1}^U \sum_{j=1}^u \sum_{k=1}^{24} P_{i,j,k}^{nom} \cdot C_{i,j,k} \cdot \Delta t_k \cdot f_i \cdot \overline{T_{x_{i,j}}} \cdot Pop_i$$

Cette équation peut être simplifiée sous la forme :

$$E = \sum_{i=1}^U \sum_{j=1}^u \sum_{k=1}^{24} P_{i,j,k}^{nom} \cdot K_{i,j,k}$$

**Nota :** Le coefficient de simultanéité, qui permet d'intégrer la multiplicité d'un usage donné chez un utilisateur donné, est intégré dans le facteur de charge C(t).

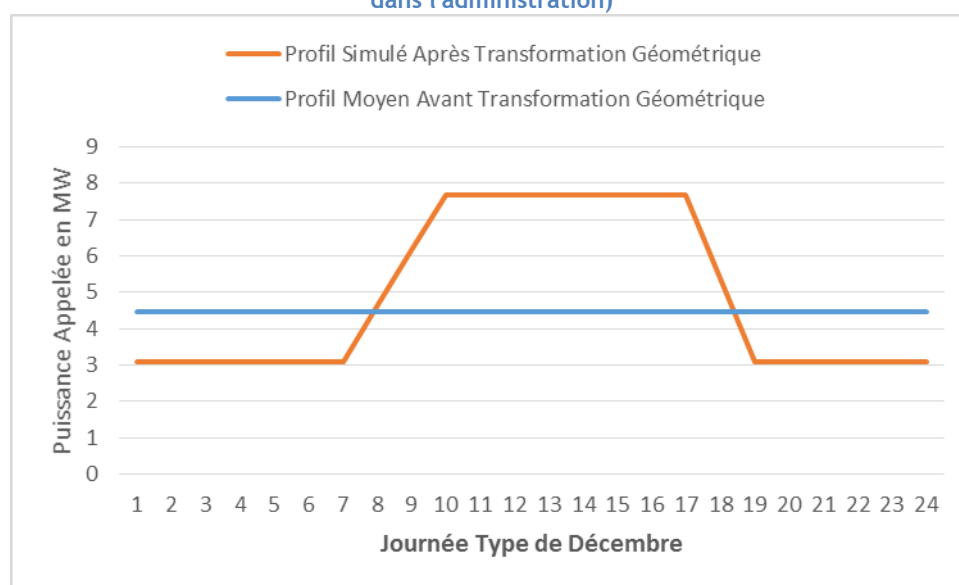
Il s'en suit qu'il est possible de calculer l'énergie totale demandée dans le système électrique à partir d'une connaissance des caractéristiques moyennes (i.e. temps moyen de fonctionnement dans l'année, puissance moyenne caractéristique et taux moyen d'équipement) des différentes familles d'utilisateurs pour les différents usages types retenus.

## ANNEXES

C'est pour cette raison que ces éléments constituent les principales données d'entrée du modèle. Idéalement ces données doivent être collectées à travers des enquêtes nationales et sectorielles. Il sera donc opportun à l'issue de cette étude de lancer de telles enquêtes, et ce de manière périodique (tous les 2 ou 3 ans). La représentation graphique de l'évolution de l'énergie sera donc un rectangle dans la mesure où il s'agit de paramètres moyens.

Il s'est donc agi dans un deuxième temps de moduler ces profils rectangulaires (moyens) pour traduire la variation temporelle de l'appel de charge de chaque usage pour chaque usager. Il s'agit là d'une opération de transformation géométrique qui consiste à croiser le profil rectangulaire avec un profil type de variation de la charge pour l'usage et l'utilisateur considérés. Un exemple est donné ci-dessous pour l'administration.

**Figure 131 : Illustration de la transformation géométrique des profils d'appel de charge (cas de l'éclairage dans l'administration)**



Disposant de ces différentes courbes de charge élémentaires, il suffit d'une convolution pour reproduire la courbe de charge globale qui pourra être confrontée à la courbe de charge réelle et être utilisée pour analyser la contribution marginale des différents usages et usagers à la demande nationale d'électricité.

## ANNEXES

Tableau 70 : Clés de répartition et Projection des caractéristiques des clients Domestiques

Année	Catégories	Structure Clients 2013	Structure Demande 2013	CU Moyenne 2007-2013	Conso. Totale (kWh)	Nombre Clients Catégorie	Conso. Catégorie (kWh)	Clé de Projection	Taux Equipement (%)										
									CLIM	EEM	FRD	PROC	EEB	EEL	ECL	FM	Autres	VENT	ECS
2013	Domestiques Type 1	65,61%	28,90%	520,194238	931 680 625	517 555	269 229 129	100,00%	0	113	48	0	12	139	594	0	0	108	0
2013	Domestiques Type 2	22,52%	30,76%	1613,18773		177 632	286 553 763		6	167	82	0	22	167	739	0	0	150	1
2013	Domestiques Type 3	8,20%	19,02%	2740,95234		64 667	177 249 165		10	157	95	0	30	190	873	0	0	177	0
2013	Domestiques Type 4	3,68%	21,32%	6842,16471		29 033	198 648 568		131	241	147	0	103	266	1 297	0	0	213	9
2014	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	1 037 199 097	553 569	299 720 958	2,83%	0	116	50	0	12	143	610	0	0	111	0
2014	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		202 447	319 007 712		6	172	85	0	22	172	760	0	0	155	1
2014	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		75 294	197 323 706		10	161	97	0	31	196	898	0	0	182	0
2014	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		33 302	221 146 721		135	247	151	0	106	273	1 334	0	0	219	10
2015	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	1 119 851 802	597 682	323 605 232	2,83%	0	119	51	0	13	147	628	0	0	114	0
2015	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		218 579	344 428 916		6	177	87	0	23	177	781	0	0	159	1
2015	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		81 294	213 048 111		10	166	100	0	32	201	923	0	0	187	0
2015	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		35 956	238 769 543		139	254	155	0	109	281	1 371	0	0	225	10
2016	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	1 205 413 263	643 347	348 330 055	2,83%	0	123	53	0	13	151	645	0	0	117	0
2016	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		235 280	370 744 757		6	182	89	0	24	182	803	0	0	164	1
2016	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		87 505	229 325 896		11	170	103	0	33	207	949	0	0	193	0
2016	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		38 703	257 012 556		143	262	160	0	112	289	1 410	0	0	231	10
2017	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	1 293 962 961	690 608	373 918 392	2,83%	0	126	54	0	13	155	664	0	0	120	0
2017	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		252 563	397 979 679		7	187	92	0	24	187	826	0	0	168	1
2017	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		93 933	246 172 184		11	175	106	0	34	213	976	0	0	198	0
2017	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		41 546	275 892 707		147	269	164	0	115	297	1 450	0	0	238	10
2018	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	1 387 720 597	740 648	401 011 675	2,83%	0	130	56	0	14	159	682	0	0	124	0
2018	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		270 864	426 816 388		7	192	94	0	25	192	849	0	0	173	1
2018	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		100 740	264 009 265		11	180	109	0	35	219	1 003	0	0	204	0
2018	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		44 556	295 883 269		151	277	169	0	119	305	1 491	0	0	244	11
2019	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	1 479 791 539	789 787	427 617 551	2,83%	0	133	57	0	14	164	702	0	0	127	0
2019	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		288 835	455 134 327		7	198	97	0	26	198	873	0	0	178	1
2019	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		107 423	281 525 458		12	185	112	0	36	225	1 032	0	0	209	0
2019	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		47 512	315 514 203		155	284	174	0	122	314	1 533	0	0	251	11
2020	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	1 589 466 621	848 323	459 310 522	2,83%	0	137	59	0	14	169	722	0	0	131	0
2020	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		310 242	488 866 709		7	203	100	0	26	203	898	0	0	183	1
2020	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		115 385	302 390 780		12	190	115	0	37	231	1 061	0	0	215	0
2020	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		51 034	338 898 609		160	293	179	0	125	323	1 577	0	0	258	11

## ANNEXES

Suite Tableau 60

Année	Catégories	Structure Clients 2013	Structure Demande 2013	CU Moyenne 2007-2013	Conso. Totale (kWh)	Nombre Clients Catégorie	Conso. Catégorie (kWh)	Clé de Projection	Taux Equipement (%)										
									CLIM	EEM	FRD	PROC	EEB	EEL	ECL	FM	Autres	VENT	ECS
2021	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	1 696 855 842	905 638	490 342 944	2,83%	0	141	60	0	15	173	742	0	0	134	0
2021	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		331 203	521 896 038		7	209	103	0	27	209	923	0	0	188	1
2021	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		123 181	322 821 225		12	196	118	0	38	238	1 091	0	0	221	0
2021	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		54 482	361 795 635		164	301	184	0	129	332	1 621	0	0	266	12
2022	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	1 811 346 910	966 744	523 427 597	2,83%	0	145	62	0	15	178	763	0	0	138	0
2022	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		353 550	557 109 657		8	215	106	0	28	215	949	0	0	193	1
2022	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		131 492	344 602 774		13	201	122	0	39	245	1 122	0	0	228	0
2022	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		58 158	386 206 883		169	309	189	0	133	341	1 667	0	0	273	12
2023	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	1 933 414 546	1 031 893	558 701 663	2,83%	0	149	64	0	16	183	785	0	0	142	0
2023	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		377 375	594 653 574		8	221	109	0	29	221	976	0	0	199	1
2023	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		140 353	367 825 738		13	207	125	0	40	251	1 154	0	0	234	0
2023	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		62 077	412 233 571		173	318	194	0	136	351	1 714	0	0	281	12
2024	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	2 063 510 123	1 101 327	596 295 574	2,83%	0	153	66	0	16	189	807	0	0	146	0
2024	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		402 768	634 666 617		8	227	112	0	30	227	1 004	0	0	205	1
2024	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		149 798	392 575 993		13	213	129	0	41	259	1 186	0	0	241	0
2024	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		66 254	439 971 939		178	327	200	0	140	361	1 763	0	0	289	13
2025	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	2 199 326 140	1 173 814	635 542 529	2,83%	0	158	68	0	17	194	830	0	0	150	0
2025	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		429 278	676 439 076		8	234	115	0	30	234	1 032	0	0	210	1
2025	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		159 657	418 414 542		14	219	132	0	43	266	1 220	0	0	248	0
2025	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		70 615	468 929 992		183	336	205	0	144	371	1 813	0	0	297	13
2026	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	2 303 765 531	1 229 555	665 722 535	2,83%	0	162	70	0	17	199	853	0	0	155	0
2026	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		449 663	708 561 136		9	240	118	0	31	240	1 062	0	0	216	1
2026	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		167 239	438 283 792		14	225	136	0	44	273	1 254	0	0	255	0
2026	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		73 968	491 198 069		189	346	211	0	148	382	1 864	0	0	305	13
2027	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	2 412 859 031	1 287 780	697 247 445	2,83%	0	167	72	0	17	205	877	0	0	159	0
2027	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		470 956	742 114 644		9	247	121	0	32	247	1 092	0	0	222	1
2027	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		175 158	459 038 470		14	231	140	0	45	281	1 290	0	0	262	0
2027	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		77 471	514 458 473		194	356	217	0	152	393	1 917	0	0	314	14
2028	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	2 526 768 836	1 348 575	730 164 130	2,83%	0	172	74	0	18	211	902	0	0	163	0
2028	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		493 190	777 149 485		9	254	125	0	33	254	1 122	0	0	229	2
2028	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		183 427	480 709 434		15	238	144	0	46	289	1 326	0	0	269	0
2028	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		81 128	538 745 786		199	366	223	0	157	404	1 971	0	0	323	14

## ANNEXES

Suite et Fin Tableau 60.

Année	Catégories	Structure Clients 2013	Structure Demande 2013	CU Moyenne 2007-2013	Conso. Totale (kWh)	Nombre Clients Catégorie	Conso. Catégorie (kWh)	Clé de Projection	Taux Equipement (%)										
									CLIM	EEM	FRD	PROC	EEB	EEL	ECL	FM	Autres	VENT	ECS
2029	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	2 645 664 640	1 412 032	764 521 626	2,83%	0	176	76	0	18	217	927	0	0	168	0
2029	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		516 397	813 717 853		9	261	128	0	34	261	1 154	0	0	235	2
2029	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		192 058	503 328 969		15	245	148	0	48	297	1 364	0	0	277	0
2029	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		84 946	564 096 191		205	376	230	0	161	415	2 027	0	0	332	15
2030	Domestiques Type 1	65,6057%	28,8971%	541,433759	2 739 728 087	1 462 235	791 703 280	2,83%	0	181	78	0	19	223	954	0	0	173	0
2030	Domestiques Type 2	22,5168%	30,7567%	1575,76103		534 757	842 648 620		10	269	132	0	35	269	1 187	0	0	242	2
2030	Domestiques Type 3	8,1972%	19,0247%	2620,71095		198 887	521 224 229		16	252	152	0	49	306	1 402	0	0	285	0
2030	Domestiques Type 4	3,6802%	21,3215%	6640,67361		87 966	584 151 958		211	387	236	0	166	427	2 084	0	0	341	15

## ANNEXES

Tableau 71 : Clé de Répartition et Caractéristiques structures de clients et de demande en 2013 (déduits de 2007)

		Structure Clients MT	Structure Demande MT	Structure Clients BT	Structure Demande BT	Clients MT	Energies MT (kWh)	Clients BT	Energies BT (kWh)	Clients EP (BT)	Energies EP BT (kWh)	Clients HT	Energies HT (kWh)	Répartition Clients 2013	Répartition Energies 2013
		100%	100%	100%	100%	1 565	640 684 478	197 398	359 100 442	1 003	42 852 989	4	320 413 328	199 970	1 363 051 237
Domestiques	Type 1													517 555	269 229 129
Domestiques	Type 2													177 632	286 553 763
Domestiques	Type 3													64 667	177 249 165
Domestiques	Type 4													29 033	198 648 568
Agriculture, Pêche, Sylviculture, Chasse et Elevage	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,1823%	0,0920%	-	-	360	330 202	-	-			360	330 202
Industries extractives	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0030%	0,0104%	-	-	6	37 299	-	-			6	37 299
Huilleries	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-			-	-
Produits Chimiques	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-			-	-
Energie	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,1797%	0,4644%	-	-	355	1 667 725	-	-			355	1 667 725
Construction	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0068%	0,0409%	-	-	13	146 883	-	-			13	146 883
Autres Industries	Type 1	0,0000%	0,0000%	8,8675%	2,1110%	-	-	17 504	7 580 458	-	-			17 504	7 580 458
Commerce	Type 1	0,0000%	0,0000%	28,1076%	3,3166%	-	-	55 484	11 910 081	-	-			55 484	11 910 081
Transports, poste et communications	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,3263%	1,2740%	-	-	644	4 574 881	-	-			644	4 574 881
Enseignement	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,9638%	0,1710%	-	-	1 902	614 060	-	-			1 902	614 060
Santé	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,8708%	0,7551%	-	-	1 719	2 711 427	-	-			1 719	2 711 427
Eclairage public	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	1 003	42 852 989			1 003	42 852 989
Sports, Loisirs et Culture	Type 1	0,0000%	0,0000%	1,3718%	0,1421%	-	-	2 708	510 370					2 708	510 370
Hôtels	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0023%	0,0176%	-	-	4	63 279					4	63 279
Restaurants	Type 1	0,0000%	0,0000%	1,5216%	0,6003%	-	-	3 004	2 155 846					3 004	2 155 846
Administration Privée	Type 1	0,0000%	0,0000%	4,2639%	3,0818%	-	-	8 417	11 066 627					8 417	11 066 627
Administration Publique	Type 1	0,0000%	0,0000%	1,1872%	0,9523%	-	-	2 344	3 419 751					2 344	3 419 751
Agriculture, Pêche, Sylviculture, Chasse et Elevage	Type 2	11,5600%	10,3427%	0,0210%	0,0000%	181	66 264 086	42	-					222	66 264 086
Industries extractives	Type 2	0,7856%	0,7430%	0,0000%	0,0000%	12	4 760 242	-	-					12	4 760 242
Huilleries	Type 2	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-					-	-
Produits Chimiques	Type 2	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-					-	-
Energie	Type 2	7,6880%	16,2374%	0,0451%	0,0000%	120	104 030 553	89	-					209	104 030 553
Construction	Type 2	1,4590%	0,3683%	0,0000%	0,0000%	23	2 359 779	-	-					23	2 359 779
Autres Industries	Type 2	18,8552%	26,1538%	6,5531%	7,8033%	295	167 563 139	12 936	28 021 663					13 231	195 584 802
Commerce	Type 2	7,8563%	10,3897%	38,4883%	24,7261%	123	66 565 235	75 975	88 791 595					76 098	155 356 830
Transports, poste et communications	Type 2	10,6622%	9,9365%	0,2700%	3,7680%	167	63 661 400	533	13 530 763					700	77 192 164
Enseignement	Type 2	2,6375%	1,4960%	0,8632%	3,4787%	41	9 584 761	1 704	12 492 181					1 745	22 076 942
Santé	Type 2	3,1987%	3,4813%	0,5222%	2,8229%	50	22 304 070	1 031	10 136 928					1 081	32 440 997
Eclairage public	Type 2	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-					-	-
Sports, Loisirs et Culture	Type 2	1,2907%	0,9588%	1,1732%	2,4319%	20	6 142 793	2 316	8 732 968					2 336	14 875 761
Hôtels	Type 2	0,0561%	0,0116%	0,0752%	23,4463%	1	74 064	149	84 195 800					149	84 269 865
Restaurants	Type 2	2,3008%	1,1166%	1,0413%	8,3567%	36	7 153 673	2 056	30 008 851					2 092	37 162 524
Administration Privée	Type 2	18,9113%	12,3043%	2,3547%	10,1268%	296	78 831 464	4 648	36 365 249					4 944	115 196 714
Administration Publique	Type 2	12,7385%	6,4602%	0,7380%	0,0099%	199	41 389 217	1 457	35 554					1 656	41 424 772
Industrie HT	Grosse indus	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	4	320 413 328	4	320 413 328



## ANNEXES

Tableau 72 : Clé de Projection et Répartition projetée des clients et de la demande en 2014

						Clé de Projection				2014									
		Structure Clients MT	Structure Demande MT	Structure Clients BT	Structure Demande BT	CU MT 2013	CU BT 2013	CU EP 2013	CU HT 2013	Clients MT	Energies MT (kWh)	Clients BT	Energies BT (kWh)	Clients EP (BT)	Energies EP BT (kWh)	Clients HT	Energies HT (kWh)	Répartition Clients 2014	Répartition Energies 2014
		100%	100%	100%	100%	409 383	1 819	42 725	80 103 332	1 840	753 445 173	263 329	479 357 686	1 359	58 073 944	4	178 990 676	266 533	1 469 867 479
Domestiques	Type 1						520											553 569	299 720 958
Domestiques	Type 2						1 613											202 447	319 007 712
Domestiques	Type 3						2 741											75 294	197 323 706
Domestiques	Type 4						6 842											33 302	221 146 721
Agriculture, Pêche, Sylviculture	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,1823%	0,0920%	-	918	-	-	-	-	480	440 782	-	-	-	-	480	440 782
Industries extractives	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0030%	0,0104%	-	6 219	-	-	-	-	8	49 790	-	-	-	-	8	49 790
Huilleries	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produits Chimiques	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energie	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,1797%	0,4644%	-	4 702	-	-	-	-	473	2 226 221	-	-	-	-	473	2 226 221
Construction	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0068%	0,0409%	-	10 885	-	-	-	-	18	196 071	-	-	-	-	18	196 071
Autres Industries	Type 1	0,0000%	0,0000%	8,8675%	2,1110%	-	433	-	-	-	-	23 366	10 119 037	-	-	-	-	23 366	10 119 037
Commerce	Type 1	0,0000%	0,0000%	28,1076%	3,3166%	-	215	-	-	-	-	74 065	15 898 584	-	-	-	-	74 065	15 898 584
Transports, poste et commun	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,3263%	1,2740%	-	7 103	-	-	-	-	860	6 106 938	-	-	-	-	860	6 106 938
Enseignement	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,9638%	0,1710%	-	323	-	-	-	-	2 540	819 699	-	-	-	-	2 540	819 699
Santé	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,8708%	0,7551%	-	1 577	-	-	-	-	2 295	3 619 443	-	-	-	-	2 295	3 619 443
Eclairage public	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	42 725	-	-	-	-	-	1 359	58 073 944	-	-	1 359	58 073 944
Sports, Loisirs et Culture	Type 1	0,0000%	0,0000%	1,3718%	0,1421%	-	188	-	-	-	-	3 615	681 285	-	-	-	-	3 615	681 285
Hôtels	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0023%	0,0176%	-	14 068	-	-	-	-	6	84 470	-	-	-	-	6	84 470
Restaurants	Type 1	0,0000%	0,0000%	1,5216%	0,6003%	-	718	-	-	-	-	4 010	2 877 806	-	-	-	-	4 010	2 877 806
Administration Privée	Type 1	0,0000%	0,0000%	4,2639%	3,0818%	-	1 315	-	-	-	-	11 236	14 772 672	-	-	-	-	11 236	14 772 672
Administration Publique	Type 1	0,0000%	0,0000%	1,1872%	0,9523%	-	1 459	-	-	-	-	3 128	4 564 973	-	-	-	-	3 128	4 564 973
Agriculture, Pêche, Sylviculture	Type 2	11,5600%	10,3427%	0,0210%	0,0000%	366 273	-	-	-	213	77 926 589	-	-	-	-	-	-	213	77 926 589
Industries extractives	Type 2	0,7856%	0,7430%	0,0000%	0,0000%	387 163	-	-	-	14	5 598 047	-	-	-	-	-	-	14	5 598 047
Huilleries	Type 2	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produits Chimiques	Type 2	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energie	Type 2	7,6880%	16,2374%	0,0451%	0,0000%	864 637	-	-	-	141	122 339 968	-	-	-	-	-	-	141	122 339 968
Construction	Type 2	1,4590%	0,3683%	0,0000%	0,0000%	103 345	-	-	-	27	2 775 101	-	-	-	-	-	-	27	2 775 101
Autres Industries	Type 2	18,8552%	26,1538%	6,5531%	7,8033%	567 849	2 166	-	-	347	197 054 311	17 268	37 405 689	-	-	-	-	17 615	234 460 000
Commerce	Type 2	7,8563%	10,3897%	38,4883%	24,7261%	541 393	1 169	-	-	145	78 280 739	101 418	118 526 542	-	-	-	-	101 563	196 807 281
Transports, poste et commun	Type 2	10,6622%	9,9365%	0,2700%	3,7680%	381 519	25 389	-	-	196	74 865 829	711	18 062 009	-	-	-	-	908	92 927 838
Enseignement	Type 2	2,6375%	1,4960%	0,8632%	3,4787%	232 208	7 332	-	-	49	11 271 682	2 274	16 675 621	-	-	-	-	2 323	27 947 304
Santé	Type 2	3,1987%	3,4813%	0,5222%	2,8229%	445 556	9 835	-	-	59	26 229 594	1 376	13 531 630	-	-	-	-	1 435	39 761 224
Eclairage public	Type 2	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sports, Loisirs et Culture	Type 2	1,2907%	0,9588%	1,1732%	2,4319%	304 110	3 771	-	-	24	7 223 927	3 091	11 657 505	-	-	-	-	3 115	18 881 431
Hôtels	Type 2	0,0561%	0,0116%	0,0752%	23,4463%	84 334	566 973	-	-	1	87 100	198	112 391 686	-	-	-	-	199	112 478 786
Restaurants	Type 2	2,3008%	1,1166%	1,0413%	8,3567%	198 673	14 599	-	-	42	8 412 722	2 744	40 058 357	-	-	-	-	2 786	48 471 079
Administration Privée	Type 2	18,9113%	12,3043%	2,3547%	10,1268%	266 356	7 824	-	-	348	92 705 830	6 205	48 543 415	-	-	-	-	6 553	141 249 245
Administration Publique	Type 2	12,7385%	6,4602%	0,7380%	0,0099%	207 613	24	-	-	234	48 673 734	1 945	47 461	-	-	-	-	2 179	48 721 195
Industrie HT		0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	80 103 332	-	-	-	-	-	-	4	178 990 676	4	178 990 676

## ANNEXES

Tableau 73 : Clé de Projection et Répartition projetée des clients et de la demande en 2030

						Clé de Projection				2030									
		Structure Clients MT	Structure Demande MT	Structure Clients BT	Structure Demande BT	CU MT 2013	CU BT 2013	CU EP 2013	CU HT 2013	Clients MT	Energies MT (kWh)	Clients BT	Energies BT (kWh)	Clients EP (BT)	Energies EP BT (kWh)	Clients HT	Energies HT (kWh)	Répartition Clients 2030	Répartition Energies 2030
		100%	100%	100%	100%	409 383	1 819	42 725	80 103 332	3 594	1 471 494 219	828 366	1 507 934 526	2 914	124 509 130	6	449 215 170	834 880	3 553 153 044
Domestiques	Type 1						520											1 462 235	791 703 280
Domestiques	Type 2						1 613											534 757	842 648 620
Domestiques	Type 3						2 741											198 887	521 224 229
Domestiques	Type 4						6 842											87 966	584 151 958
Agriculture, Pêche, Sylviculture	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,1823%	0,0920%	-	918	-	-	-	-	1 511	1 386 586	-	-	-	-	1 511	1 386 586
Industries extractives	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0030%	0,0104%	-	6 219	-	-	-	-	25	156 626	-	-	-	-	25	156 626
Huileries	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produits Chimiques	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energie	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,1797%	0,4644%	-	4 702	-	-	-	-	1 489	7 003 111	-	-	-	-	1 489	7 003 111
Construction	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0068%	0,0409%	-	10 885	-	-	-	-	57	616 789	-	-	-	-	57	616 789
Autres Industries	Type 1	0,0000%	0,0000%	8,8675%	2,1110%	-	433	-	-	-	-	73 504	31 831 858	-	-	-	-	73 504	31 831 858
Commerce	Type 1	0,0000%	0,0000%	28,1076%	3,3166%	-	215	-	-	-	-	232 988	50 012 809	-	-	-	-	232 988	50 012 809
Transports, poste et commun	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,3263%	1,2740%	-	7 103	-	-	-	-	2 705	19 210 839	-	-	-	-	2 705	19 210 839
Enseignement	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,9638%	0,1710%	-	323	-	-	-	-	7 989	2 578 559	-	-	-	-	7 989	2 578 559
Santé	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,8708%	0,7551%	-	1 577	-	-	-	-	7 218	11 385 825	-	-	-	-	7 218	11 385 825
Eclairage public	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	42 725	-	-	-	-	-	2 914	124 509 130	-	-	2 914	124 509 130
Sports, Loisirs et Culture	Type 1	0,0000%	0,0000%	1,3718%	0,1421%	-	188	-	-	-	-	11 371	2 143 145	-	-	-	-	11 371	2 143 145
Hôtels	Type 1	0,0000%	0,0000%	0,0023%	0,0176%	-	14 068	-	-	-	-	19	265 720	-	-	-	-	19	265 720
Restaurants	Type 1	0,0000%	0,0000%	1,5216%	0,6003%	-	718	-	-	-	-	12 613	9 052 829	-	-	-	-	12 613	9 052 829
Administration Privée	Type 1	0,0000%	0,0000%	4,2639%	3,0818%	-	1 315	-	-	-	-	35 344	46 470 980	-	-	-	-	35 344	46 470 980
Administration Publique	Type 1	0,0000%	0,0000%	1,1872%	0,9523%	-	1 459	-	-	-	-	9 841	14 360 218	-	-	-	-	9 841	14 360 218
Agriculture, Pêche, Sylviculture	Type 2	11,5600%	10,3427%	0,0210%	0,0000%	366 273	-	-	-	416	152 192 262	-	-	-	-	-	-	416	152 192 262
Industries extractives	Type 2	0,7856%	0,7430%	0,0000%	0,0000%	387 163	-	-	-	28	10 933 103	-	-	-	-	-	-	28	10 933 103
Huileries	Type 2	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Produits Chimiques	Type 2	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Energie	Type 2	7,6880%	16,2374%	0,0451%	0,0000%	864 637	-	-	-	276	238 932 522	-	-	-	-	-	-	276	238 932 522
Construction	Type 2	1,4590%	0,3683%	0,0000%	0,0000%	103 345	-	-	-	52	5 419 831	-	-	-	-	-	-	52	5 419 831
Autres Industries	Type 2	18,8552%	26,1538%	6,5531%	7,8033%	567 849	2 166	-	-	678	384 851 200	54 320	117 668 564	-	-	-	-	54 998	502 519 763
Commerce	Type 2	7,8563%	10,3897%	38,4883%	24,7261%	541 393	1 169	-	-	282	152 883 925	319 035	372 853 654	-	-	-	-	319 317	525 737 579
Transports, poste et commun	Type 2	10,6622%	9,9365%	0,2700%	3,7680%	381 519	25 389	-	-	383	146 214 534	2 238	56 818 380	-	-	-	-	2 621	203 032 914
Enseignement	Type 2	2,6375%	1,4960%	0,8632%	3,4787%	232 208	7 332	-	-	95	22 013 832	7 155	52 457 164	-	-	-	-	7 250	74 470 996
Santé	Type 2	3,1987%	3,4813%	0,5222%	2,8229%	445 556	9 835	-	-	115	51 226 946	4 328	42 566 986	-	-	-	-	4 443	93 793 932
Eclairage public	Type 2	0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sports, Loisirs et Culture	Type 2	1,2907%	0,9588%	1,1732%	2,4319%	304 110	3 771	-	-	46	14 108 480	9 725	36 671 476	-	-	-	-	9 771	50 779 957
Hôtels	Type 2	0,0561%	0,0116%	0,0752%	23,4463%	84 334	566 973	-	-	2	170 108	624	353 554 993	-	-	-	-	626	353 725 101
Restaurants	Type 2	2,3008%	1,1166%	1,0413%	8,3567%	198 673	14 599	-	-	83	16 430 223	8 632	126 013 165	-	-	-	-	8 714	142 443 387
Administration Privée	Type 2	18,9113%	12,3043%	2,3547%	10,1268%	266 356	7 824	-	-	680	181 056 430	19 519	152 704 949	-	-	-	-	20 198	333 761 379
Administration Publique	Type 2	12,7385%	6,4602%	0,7380%	0,0099%	207 613	24	-	-	458	95 060 824	6 117	149 300	-	-	-	-	6 575	95 210 124
Industrie HT		0,0000%	0,0000%	0,0000%	0,0000%	-	-	-	80 103 332	-	-	-	-	-	-	6	449 215 170	6	449 215 170

## ANNEXES

Tableau 74 : Projection de la demande et de la consommation d'énergie dans les ménages ruraux pris<sup>108</sup>

	Structure Clients					Conso Unitaire en kWh/an			
	S1	S2	S3	S4		S1	S2	S3	S4
	14%	44%	20%	23%		306,60	394,20	744,60	1642,50
Année	Ménages Ruraux Elec. ASER	Rural S1	Rural S2	Rural S3	Rural S4	Rural S1 (kWh)	Rural S2 (kWh)	Rural S3 (kWh)	Rural S4 (kWh)
2002	6 630	908	2 924	1 293	1 505	278 488	1 152 574	962 656	2 471 979
2003	6 630	908	2 924	1 293	1 505	278 488	1 152 574	962 656	2 471 979
2004	18 529	2 538	8 171	3 613	4 206	778 296	3 221 122	2 690 355	6 908 491
2005	20 229	2 771	8 921	3 945	4 592	849 703	3 516 654	2 937 190	7 542 332
2006	20 229	2 771	8 921	3 945	4 592	849 703	3 516 654	2 937 190	7 542 332
2007	20 229	2 771	8 921	3 945	4 592	849 703	3 516 654	2 937 190	7 542 332
2008	38 338	5 252	16 907	7 476	8 703	1 610 349	6 664 727	5 566 534	14 294 153
2009	42 081	5 765	18 558	8 206	9 552	1 767 580	7 315 458	6 110 038	15 689 804
2010	44 523	6 100	19 635	8 682	10 107	1 870 142	7 739 933	6 464 570	16 600 196
2011	44 478	6 093	19 615	8 673	10 096	1 868 242	7 732 066	6 458 000	16 583 325
2012	46 671	6 394	20 582	9 101	10 594	1 960 357	8 113 302	6 776 417	17 400 979
<b>2013</b>	<b>55 877</b>	<b>7 655</b>	<b>24 642</b>	<b>10 896</b>	<b>12 684</b>	<b>2 347 059</b>	<b>9 713 739</b>	<b>8 113 138</b>	<b>20 833 511</b>
2014	66 899	9 165	29 502	13 045	15 186	2 810 041	11 629 880	9 713 543	24 943 147
2015	80 096	10 973	35 322	15 619	18 182	3 364 353	13 923 999	11 629 644	29 863 453
2016	95 895	13 138	42 290	18 700	21 768	4 028 008	16 670 659	13 923 718	35 754 342
2017	114 812	15 729	50 632	22 388	26 062	4 822 576	19 959 127	16 670 322	42 807 274
2018	120 839	16 555	53 290	23 564	27 431	5 075 761	21 006 983	17 545 515	45 054 659
2019	127 183	17 424	56 088	24 801	28 871	5 342 239	22 109 851	18 466 656	47 420 033
2020	133 861	18 339	59 033	26 103	30 386	5 622 707	23 270 620	19 436 157	49 909 588
2021	140 888	19 302	62 132	27 473	31 982	5 917 900	24 492 330	20 456 557	52 529 846
2022	148 285	20 315	65 394	28 916	33 661	6 228 590	25 778 179	21 530 528	55 287 667
2023	156 070	21 382	68 827	30 434	35 428	6 555 592	27 131 536	22 660 882	58 190 274
2024	164 264	22 504	72 440	32 031	37 288	6 899 761	28 555 944	23 850 580	61 245 268
2025	172 887	23 686	76 243	33 713	39 245	7 261 999	30 055 133	25 102 738	64 460 650
2026	181 964	24 929	80 246	35 483	41 306	7 643 254	31 633 030	26 420 633	67 844 839
2027	191 517	26 238	84 459	37 346	43 474	8 044 526	33 293 767	27 807 719	71 406 699
2028	201 572	27 615	88 893	39 307	45 757	8 466 864	35 041 692	29 267 626	75 155 556
2029	212 154	29 065	93 560	41 370	48 159	8 911 375	36 881 384	30 804 179	79 101 229
2030	223 293	30 591	98 472	43 542	50 687	9 379 223	38 817 659	32 421 401	83 254 050

<sup>108</sup> Cette projection tient compte des objectifs d'électrification rurale du Gouvernement Sénégalais, avec un taux d'électrification cible de 50% en 2017 (LPDSE 2012) et 60% en 2018 (PSE).

## ANNEXES

Tableau 75 : Evolution du taux d'équipement de la catégorie d'usager "Agricultures"<sup>109</sup>

Année	Catégories	Clé de Projection	Taux Equipement (%)										
			CLIM	EEM	FRD	PROC	EEB	EEL	ECL	FM	Autres	VENT	ECS
2013	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	50	0	15	10
2013	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	10	0	50	10
2014	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	52	0	15	10
2014	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	10	0	50	10
2015	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	55	0	15	10
2015	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	11	0	50	10
2016	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	58	0	15	10
2016	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	12	0	50	10
2017	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	61	0	15	10
2017	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	12	0	50	10
2018	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	64	0	15	10
2018	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	13	0	50	10
2019	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	67	0	15	10
2019	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	13	0	50	10
2020	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	70	0	15	10
2020	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	14	0	50	10
2021	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	73	0	15	10
2021	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	15	0	50	10
2022	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	77	0	15	10
2022	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	15	0	50	10
2023	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	81	0	15	10
2023	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	16	0	50	10
2024	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	85	0	15	10
2024	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	17	0	50	10
2025	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	89	0	15	10
2025	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	18	0	50	10
2026	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	93	0	15	10
2026	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	19	0	50	10
2027	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	98	0	15	10
2027	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	20	0	50	10
2028	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	103	0	15	10
2028	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	21	0	50	10
2029	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	108	0	15	10
2029	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	22	0	50	10
2030	Agricultures Type 1	4,9%	0	0	33	0	5	10	200	113	0	15	10
2030	Agricultures Type 2	4,9%	5	0	461	0	200	20	1 000	23	0	50	10

<sup>109</sup> Il s'agit de prendre à compte l'impact de la mécanisation dans le secteur agricole ; pour cela nous avons fait l'hypothèse d'une corrélation avec le PIB du secteur agricole, dont le taux de croissance annuel moyen est de 4,9% sur la décennie 2003-2013.

## ANNEXES

## Annexe 5 : Démarche de modélisation sous-secteurs hydrocarbures et combustibles

### MODELE DE TRAITEMENT DES DONNEES MANQUANTES

Le jeu de données collectées auprès des acteurs sectoriels et des organes habilités est structuré autour des paramètres : demande d'hydrocarbures, demande de combustibles, le produit intérieur brut (PIB), la population totale, le nombre de ménages, le taux d'urbanisation, le parc automobile, la valeur ajoutée du transport, la valeur ajoutée du secteur primaire et enfin la demande en GPL. Le jeu de données ainsi constitué comporte des données manquantes pour les variables relatives à la demande d'hydrocarbures et de combustibles. En statistique, une valeur est dite manquante lorsqu'il n'y a pas d'observations pour une variable donnée pour un individu donné.

Pour remplacer les données manquantes, nous avons supposé que les données manquantes sont de types MCAR (Missing Completely At Random) et opté d'utiliser la méthode d'imputation par tirage conditionnel. Trois approches sont possibles :

1. La première approche consiste à estimer la loi jointe et générer conditionnellement une réalisation pseudo aléatoire de cette loi. Cependant, il est généralement difficile d'estimer cette loi jointe. Une alternative intéressante mais éventuellement coûteuse consiste à utiliser la méthode des plus proches voisins.
2. La deuxième approche consiste à réaliser une classification à partir des variables complètement renseignées et estimer la moyenne conditionnelle par classe. C'est une généralisation de la méthode des plus proches voisins.
3. La troisième approche consiste à construire un modèle de régression à partir des individus complètement renseignés et l'utiliser pour prédire les données correspondant aux données manquantes.

Dans notre cas, nous avons utilisé la troisième approche pour remplacer les données manquantes observées au niveau des variables suivantes : demande des hydrocarbures, demande de combustibles sur la période 1984-2001. Pour déployer le modèle de régression, nous avons utilisé le logiciel statistique R.

Résultats du modèle pour remplacer les données manquantes des hydrocarbures :

```
> summary(modeledatmissing0)

Call:
lm(formula = hydro0212 ~ pib0212 + pop0212 + menages0212 + txurbanisation0212 +
    parcauto0212 + vatransport0212 + vaprimaire0212)

Residuals:
    1      2      3      4      5      6      7      8      9     10     11 
3963 -6690  1059 -7384 31574 -29763  1100 -20263 23352 20361 -17309 

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.733e+06  2.844e+06   0.610   0.585
pib0212      -6.566e+01  2.120e+02  -0.310   0.777
pop0212      -6.089e-02  1.946e-01  -0.313   0.775
menages0212   2.118e-01  9.420e-01   0.225   0.837
txurbanisation0212 -2.350e+06  4.562e+06  -0.515   0.642
parcauto0212   2.925e+00  2.203e+00   1.328   0.276
vatransport0212  1.045e+03  1.592e+03   0.656   0.558
vaprimaire0212 -1.430e+02  2.365e+02  -0.605   0.588

Residual standard error: 34980 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8399,    Adjusted R-squared:  0.4664 
F-statistic: 2.249 on 7 and 3 DF,  p-value: 0.2714
```

## ANNEXES

Résultats du modèle pour remplacer les données manquantes des combustibles :

```
Call:
lm(formula = combustible0212 ~ pib0212 + pop0212 + menages0212 +
    txurbanisation0212 + parcauto0212 + vatransport0212 + vaprimaire022012)

Residuals:
    1      2      3      4      5      6      7      8      9     10     11
-9362 -10953  10745  44163 -43184  -1096   1687  28782 -28947  24825 -16659

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   1.015e+06  3.843e+06   0.264   0.809
pib0212        1.679e+02  2.865e+02   0.586   0.599
pop0212       -4.411e-02  2.631e-01  -0.168   0.877
menages0212    1.752e-01  1.273e+00   0.138   0.899
txurbanisation0212 -5.073e+04  6.165e+06  -0.008   0.994
parcauto0212   -2.949e+00  2.977e+00  -0.991   0.395
vatransport0212  3.248e+02  2.152e+03   0.151   0.890
vaprimaire022012  4.479e+02  3.196e+02   1.402   0.256

Residual standard error: 47270 on 3 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9672,    Adjusted R-squared:  0.8906
F-statistic: 12.62 on 7 and 3 DF,  p-value: 0.03076
```

## MODELE DE PREVISION DE LA DEMANDE DES HYDRCARBURES

Pour établir la prévision de la demande des hydrocarbures sur la période 2014-2030, nous avons utilisé un jeu de données couvrant la période 1984-2014 et constitué des variables explicatives (ou prédicteurs) suivantes : le produit intérieur brut (PIB), la population totale, le nombre de ménages, le taux d'urbanisation, le parc automobile, la valeur ajoutée du transport et la valeur ajoutée du secteur primaire. Pour rappel, la collecte pour constituer le jeu de données a été faite auprès des acteurs sectoriels et des structures habilitées.

### Les résultats de la matrice de corrélation :

```
> cor(datamodeleshydro)
          hydro842014 pib842014 pop842014 menages842014 urbanisation842014 parcauto842014 vatransport842014 vaprimaire842014
hydro842014      1.0000000  0.3439798  0.2322728      0.2045659      -0.3388461      0.5034405      0.3448051      0.1835463
pib842014         0.3439798  1.0000000  0.9841221      0.9770688      0.6194118      0.9773349      0.9636090      0.9184765
pop842014         0.2322728  0.9841221  1.0000000      0.9871956      0.6578606      0.9418821      0.9575735      0.9191317
menages842014     0.2045659  0.9770688  0.9871956      1.0000000      0.7457870      0.9429131      0.9255858      0.8865963
urbanisation842014 -0.3388461  0.6194118  0.6578606      0.7457870      1.0000000      0.5474122      0.5052486      0.5324040
parcauto842014    0.5034405  0.9773349  0.9418821      0.9429131      0.5474122      1.0000000      0.9211509      0.8492477
vatransport842014  0.3448051  0.9636090  0.9575735      0.9255858      0.5052486      0.9211509      1.0000000      0.9494211
vaprimaire842014  0.1835463  0.9184765  0.9191317      0.8865963      0.5324040      0.8492477      0.9494211      1.0000000
```

Les résultats de chacun des modèles de prévision de la demande des hydrocarbures donnent la valeur des coefficients du modèle, les intervalles de confiance des coefficients, le test de Student de nullité des coefficients, l'écart type résiduel et le degré de liberté associé, le coefficient de détermination (ou pertinence de la régression) et le test de Fisher de significativité du modèle.

Pour apprécier le choix des cinq (5) modèles de prévision des hydrocarbures élaborés et présentés en détails dans la suite, différents critères combinés sont utilisés. Il s'agit spécifiquement du test de Student de nullité des coefficients, de l'écart type résiduel et le degré de liberté associé, du coefficient de détermination (ou pertinence de la régression) et du test de Fisher de significativité du modèle.

### Les résultats détaillés du modèle de prévision de la demande des hydrocarbures : hydroprev0

Le modèle **hydroprev0**, prend en compte toutes les variables explicatives de départ, quel que soit leurs niveaux de corrélation avec la demande des hydrocarbures.



## ANNEXES

```
> summary(hydroprev0)

Call:
lm(formula = hydro842014 ~ pib842014 + pop842014 + menages842014 +
    urbanisation842014 + parcauto842014 + vatransport842014 +
    vaprimaire842014)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-24442.3  -1607.5   -480.9    853.5   28396.2

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    1.739e+06  1.295e+05  13.432 2.26e-12 ***
pib842014      -6.341e+01  1.669e+01  -3.798 0.000927 ***
pop842014      -7.202e-02  1.603e-02  -4.492 0.000165 ***
menages842014   2.662e-01  1.897e-01   1.403 0.173844
urbanisation842014 -2.298e+06  3.894e+05  -5.901 5.14e-06 ***
parcauto842014   2.909e+00  2.588e-01  11.238 8.09e-11 ***
vatransport842014 1.168e+03  1.913e+02   6.107 3.14e-06 ***
vaprimaire842014 -1.514e+02  3.254e+01  -4.652 0.000111 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 12610 on 23 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9894,    Adjusted R-squared:  0.9861
F-statistic: 305.8 on 7 and 23 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

### Les résultats détaillés du modèle de prévision de la demande des hydrocarbures : hydroprev1

Le modèle **hydroprev1**, prend en compte uniquement toutes les variables explicatives dont le niveau de corrélation en valeur absolue avec la demande des hydrocarbures est supérieur 0,30.

```
> summary(hydroprev1)

Call:
lm(formula = hydro842014 ~ parcauto842014 + vatransport842014 +
    pib842014 + urbanisation842014)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-53483 -14232   2617  13262  54604

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    1.312e+06  1.249e+05  10.506 7.52e-11 ***
parcauto842014  3.914e+00  3.040e-01  12.876 8.66e-13 ***
vatransport842014 6.995e+02  3.130e+02   2.235  0.0342 *
pib842014      -1.539e+02  2.259e+01  -6.812 3.14e-07 ***
urbanisation842014 -2.003e+06  2.752e+05  -7.278 9.95e-08 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 23430 on 26 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9585,    Adjusted R-squared:  0.9522
F-statistic: 150.3 on 4 and 26 DF,  p-value: < 2.2e-16
```



## ANNEXES

**Les résultats détaillés du modèle de prévision de la demande des hydrocarbures : hydroprev2**

Le modèle **hydroprev2**, prend en compte uniquement toutes les variables explicatives dont le niveau de corrélation avec la demande des hydrocarbures est supérieur 0,30.

```
> summary(hydroprev2)

Call:
lm(formula = hydro842014 ~ parcauto842014 + vatransport842014 +
    pib842014)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-78289 -20382  -5815   25658   68610

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   4.147e+05  3.412e+04  12.154 1.85e-12 ***
parcauto842014 5.255e+00  4.135e-01  12.709 6.60e-13 ***
vatransport842014 2.171e+03  4.087e+02   5.311 1.32e-05 ***
pib842014     -2.757e+02  2.593e+01 -10.632 3.75e-11 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 40060 on 27 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8741,    Adjusted R-squared:  0.8601
F-statistic: 62.47 on 3 and 27 DF,  p-value: 2.843e-12
```

**Les résultats détaillés du modèle de prévision de la demande des hydrocarbures : hydroprev3**

Le modèle **hydroprev3**, prend en compte uniquement les deux variables explicatives affichant le niveau de corrélation avec la demande des hydrocarbures le plus élevé.

```
> summary(hydroprev3)

Call:
lm(formula = hydro842014 ~ parcauto842014 + vatransport842014)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-205395 -49197   15252   73849  131322

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   7.127e+05  4.353e+04  16.373 7.17e-16 ***
parcauto842014 1.464e+00  4.685e-01   3.126  0.0041 **
vatransport842014 -1.170e+03  5.846e+02  -2.001  0.0552 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 89600 on 28 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3468,    Adjusted R-squared:  0.3002
F-statistic: 7.434 on 2 and 28 DF,  p-value: 0.002572
```

## ANNEXES

**Les résultats détaillés du modèle de prévision de la demande des hydrocarbures : hydroprev4**

Le modèle **hydroprev4**, prend en compte uniquement les trois variables explicatives affichant le niveau de corrélation avec la demande des hydrocarbures le plus élevé en valeur absolue.

```
> summary(hydroprev4)

Call:
lm(formula = hydro842014 ~ parcauto842014 + vatransport842014 +
    urbanisation842014)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-89445 -12153   8447  19543  87933

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    2.009e+06  1.171e+05  17.157 4.77e-16 ***
parcauto842014  2.031e+00  2.068e-01   9.818 2.10e-10 ***
vatransport842014 -1.161e+03  2.503e+02  -4.639 8.04e-05 ***
urbanisation842014 -3.393e+06  3.025e+05 -11.213 1.15e-11 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 38360 on 27 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8845,    Adjusted R-squared:  0.8717
F-statistic: 68.95 on 3 and 27 DF,  p-value: 8.863e-13
```

**Conclusion sur le choix du modèle :**

Les modèles **hydroprev2**, **hydroprev3** et **hydroprev4** sont écartés en raison de la faible valeur de leurs coefficients de détermination et de la valeur élevée de leurs écarts type résiduels comparés aux deux premiers modèles (**hydroprev0** et **hydroprev1**).

Les modèles **hydroprev0** et **hydroprev1** présentent un pouvoir explicatif appréciable avec un coefficient de détermination évalué respectivement à 0,9894 et 0,9585. Ils affichent également des résultats probants au test de Fisher de significativité du modèle avec une p-value estimée à  $2,2 \cdot 10^{-16}$ . Toutefois, le modèle **hydroprev1**, des résultats plus probants au niveau des résultats de test sur la nullité des coefficients et sur les étendus des intervalles de confiance des coefficients. Donc pour construire la prévision de la demande des hydrocarbures, nous avons opté pour le modèle **hydroprev0**.

**MODELE DE PREVISION DE LA DEMANDE DES COMBUSTIBLES**

Pour établir la prévision de la demande des combustibles sur la période 2014-2030, nous avons utilisé un jeu de données couvrant la période 1984-2014 et constitué des variables explicatives (ou prédictors) suivantes : le produit intérieur brut (PIB), la population totale, le nombre de ménages, le taux d'urbanisation, le parc automobile, la valeur ajoutée du transport, la valeur ajoutée du secteur primaire et la demande de GPL. Pour rappel, la collecte pour constituer le jeu de données a été faite auprès des acteurs sectoriels et des structures habilitées.

**Les résultats de la matrice de corrélation :**

## ANNEXES

```
> cor(datamodelscombustibles)
      combustibles842012 pib842012 pop842012 menages842012 urbanisation842012 parcauto842012 vatransport842012 vaprimaire842012 gpl842012
combustibles842012      1.0000000 0.9563804 0.9467775      0.9528533      0.6359121      0.8835187      0.9299022      0.9720683 0.4700600
pib842012              0.9563804 1.0000000 0.9825508      0.9695265      0.4868149      0.9772479      0.9899820      0.9780594 0.5709614
pop842012              0.9467775 0.9825508 1.0000000      0.9895605      0.5599364      0.9429975      0.9675506      0.9554099 0.6796634
menages842012          0.9528533 0.9695265 0.9895605      1.0000000      0.6507594      0.9218870      0.9525084      0.9528292 0.6507669
urbanisation842012     0.6359121 0.4868149 0.5599364      0.6507594      1.0000000      0.3472400      0.4377643      0.5293196 0.3320392
parcauto842012         0.8835187 0.9772479 0.9429975      0.9218870      0.3472400      1.0000000      0.9777890      0.9480192 0.5693670
vatransport842012      0.9299022 0.9899820 0.9675506      0.9525084      0.4377643      0.9777890      1.0000000      0.9541213 0.6019146
vaprimaire842012       0.9720683 0.9780594 0.9554099      0.9528292      0.5293196      0.9480192      0.9541213      1.0000000 0.4896282
gpl842012              0.4700600 0.5709614 0.6796634      0.6507669      0.3320392      0.5693670      0.6019146      0.4896282 1.0000000
```

Les résultats de chacun des modèles de prévision de la demande des combustibles donnent la valeur des coefficients du modèle, les intervalles de confiance des coefficients, le test de Student de nullité des coefficients, l'écart type résiduel et le degré de liberté associé, le coefficient de détermination (ou pertinence de la régression) et le test de Fisher de significativité du modèle.

Pour apprécier le choix des trois (3) modèles de prévision des combustibles élaborés et présentés en détails dans la suite, différents critères combinés sont utilisés. Il s'agit spécifiquement du test de Student de nullité des coefficients, de l'écart type résiduel et le degré de liberté associé, du coefficient de détermination (ou pertinence de la régression) et du test de Fisher de significativité du modèle.

### Les résultats détaillés du modèle de prévision de la demande des combustibles : combustiblesprev1

Le modèle `combustiblesprev1`, prend en compte toutes les variables explicatives de départ, quel que soit leur niveau de corrélation avec la demande des combustibles.

```
> summary(combustiblesprev1)
```

Call:

```
lm(formula = combustibles842012 ~ pib842012 + pop842012 + menages842012 +
    urbanisation842012 + parcauto842012 + vatransport842012 +
    vaprimaire842012 + gpl842012)
```

Residuals:

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-39831   -860    -160    1150   23417
```

Coefficients:

```
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    2.491e+06  3.360e+05   7.413 3.71e-07 ***
pib842012       6.320e+02  9.537e+01   6.627 1.88e-06 ***
pop842012      -3.805e-01  7.028e-02  -5.415 2.67e-05 ***
menages842012   1.474e+00  3.356e-01   4.392 0.000281 ***
urbanisation842012 -1.945e+06  5.710e+05  -3.407 0.002796 **
parcauto842012  -5.711e+00  6.225e-01  -9.174 1.32e-08 ***
vatransport842012 -3.600e+03  8.395e+02  -4.289 0.000358 ***
vaprimaire842012  3.569e+02  5.520e+01   6.466 2.64e-06 ***
gpl842012       5.409e+00  1.067e+00   5.072 5.83e-05 ***
```

---

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 12070 on 20 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9973, Adjusted R-squared: 0.9962

F-statistic: 922.3 on 8 and 20 DF, p-value: < 2.2e-16

## ANNEXES

Le modèle **combustiblesprev2**, prend en compte les sept (7) premières variables explicatives affichant les niveaux de corrélation avec la demande des combustibles les plus élevés.

```
> summary(combustiblesprev2)

Call:
lm(formula = combustibles842012 ~ pib842012 + pop842012 + menages842012 +
    urbanisation842012 + parcauto842012 + vatransport842012 +
    vaprimaire842012)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-43204  -1725    120    1132   42609

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    9.103e+05  1.854e+05   4.911 7.39e-05 ***
pib842012      1.615e+02  3.258e+01   4.956 6.65e-05 ***
pop842012     -3.440e-02  2.474e-02  -1.390  0.179
menages842012  6.372e-02  2.773e-01   0.230  0.820
urbanisation842012 2.390e+05  5.531e+05   0.432  0.670
parcauto842012 -2.827e+00  3.739e-01  -7.561 2.01e-07 ***
vatransport842012 3.862e+02  4.349e+02   0.888  0.385
vaprimaire842012 4.467e+02  7.715e+01   5.790 9.53e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 17810 on 21 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9938,    Adjusted R-squared:  0.9918
F-statistic: 482.4 on 7 and 21 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Le modèle **combustiblesprev3**, prend en compte les six (6) premières variables explicatives affichant les niveaux de corrélation avec la demande des combustibles les plus élevés.

```
> summary(combustiblesprev3)

Call:
lm(formula = combustibles842012 ~ pib842012 + pop842012 + menages842012 +
    parcauto842012 + vatransport842012 + vaprimaire842012)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-43234  -131    -2      73   44346

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    9.840e+05  7.149e+04  13.764 2.74e-12 ***
pib842012      1.663e+02  3.007e+01   5.529 1.48e-05 ***
pop842012     -4.208e-02  1.690e-02  -2.491  0.0208 *
menages842012  1.712e-01  1.203e-01   1.423  0.1687
parcauto842012 -2.945e+00  2.512e-01 -11.722 6.23e-11 ***
vatransport842012 3.272e+02  4.051e+02   0.808  0.4280
vaprimaire842012 4.461e+02  7.570e+01   5.893 6.26e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 17480 on 22 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9938,    Adjusted R-squared:  0.9921
F-statistic: 584.4 on 6 and 22 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Conclusion sur le choix du modèle :

## ANNEXES

Notre choix a porté sur le modèle de prévision des combustibles **combustiblesprev2**. Ce modèle présentent des résultats appréciables sur les facteurs combinés tels que le coefficient de détermination et l'étendu des intervalles de confiance.

## ANNEXES

## Annexe 6 : Décomposition des consommations d'électricité en 2013 par secteur

Tableau 76 : Décomposition des consommations par usage et par secteur économique en 2013

	Secteur Résidentiel	Secteur Primaire	Secteur Secondaire	Secteur Tertiaire
Climatisation	54 470	936	21 407	177 475
Electroména	86 026	-	-	39 272
Froid	272 039	63 896	224	108 494
Procédés	-	-	187 887	-
Equipement	10 655	194	15 898	24 004
Equipement	307 195	6	420	10 694
Eclairage	136 716	524	33 515	194 688
Force Motrice	-	5 283	354 726	22 161
Autres	-	-	-	-
Ventilation	101 300	521	15 983	50 202
ECS	2 936	31	1 729	33 226
END	241 370	18 522	163 915	171 290
Pertes	16 432	1 261	11 159	11 661

## ANNEXES

## Annexe 7 : Données sources pour l'évaluation des gains dans les différents sous-secteurs

## Données complémentaires pour les sources de potentiels d'économie d'énergie

Classe d'efficacité énergétique	Indice de la Classe d'efficacité énergétique	Potentiel d'économie par rapport à la Classe A
A+++	< 46	32%
A++	< 56	24%
A+	< 59	13%
Les Équipement en dessous de ces classes d'efficacité sont interdits sur le marché à partir de 07/2012		
A	< 68	0%
Les Équipement en dessous de ces classes d'efficacité sont interdits sur le marché à partir de 07/2010		
B	< 77	-
C	< 87	-
D	< 110	-

Source : <http://www.verivox.de/themen/energieverbrauchskennzeichnung/>

Comparaison des consommations d'énergie de différentes technologies pour faire bouillir 1,5 l d'eau			
Type	Durée (Min)	Consommation d'énergie (En kWh)	Prix (En Euro)
Plaques de cuisson classiques	10,5	0,26	60
Plaques vitrocéramique à Infrarouge	8,0	0,22	200
Plaques vitrocéramiques à Halogène	7,5	0,23	300
Plaques vitrocéramiques à Induction	6,5	0,18	160
Brûleurs à gaz classiques	10,0	0,33	200
Brûleurs à gaz sur vitrocéramique	10,5	0,34	500
Brûleurs à gaz sous vitrocéramique	10,0	0,48	800
<a href="http://www.greenmind.besser-web.net/richtig%20kochen.pdf">http://www.greenmind.besser-web.net/richtig%20kochen.pdf</a>			
Source : Association des consommateurs d'énergie 2004, Recherche Prix marché 2008			

## Données pour le calcul prix moyen du kWe pour le chauffage solaire de l'ECS

Chauffe-eau électrique instantané pour le service d'E.C.S., mural vertical, débit 3,4 l/min, puissance 6 kW, alimentation monophasée (230V/50Hz), de 235x141x100 mm.					
Code interne	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Prix total
mt38cej010aa	Chauffe-eau électrique instantané pour le service d'E.C.S., mural vertical, débit 3,4 l/min, puissance 6 kW, alimentation monophasée (230V/50Hz), de 235x141x100 mm.	1	U	283.132,64	283.132,64
mt38tew010a	Tube flexible de 20 cm et de 1/2" de diamètre.	2	U	2.599,64	5.199,28
mt37sve010b	Vanne à sphère en laiton nickelé à visser de 1/2".	2	U	3.769,20	7.538,40
mt38www011	Produits complémentaires pour installations d'E.C.S.	1	U	1.322,62	1.322,62
mo007	Compagnon professionnel III/CP2 plombier.	0,711	h	1.005,27	714,75
mo105	Ouvrier professionnel II/OP plombier.	0,711	h	601,25	427,49
	Moyens auxiliaires	2	%	298.335,18	5.966,70
	Coûts indirects	3	%	304.301,88	9.129,06



## ANNEXES

Coût d'entretien décennal : 238.207,51F CFA les 10 premières années.					Montant total HT : 313 430,94
<b>Chauffe-eau électrique instantané pour le service d'E.C.S., mural vertical, débit 9,8 l/min, puissance 18 kW, alimentation triphasée (400V/50Hz), de 472x236x139 mm.</b>					
Code interne	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Prix total
mt38cej010fb	Chauffe-eau électrique instantané pour le service d'E.C.S., mural vertical, débit 9,8 l/min, puissance 18 kW, alimentation triphasée (400V/50Hz), de 472x236x139 mm.	1	U	336.220,01	336.220,01
mt38tew010a	Tube flexible de 20 cm et de 1/2" de diamètre.	2	U	2.599,64	5.199,28
mt37sve010b	Vanne à sphère en laiton nickelé à visser de 1/2".	2	U	3.769,20	7.538,40
mt38www011	Produits complémentaires pour installations d'E.C.S.	1	U	1.322,62	1.322,62
mo007	Compagnon professionnel III/CP2 plombier.	0,83	h	1.005,27	834,37
mo105	Ouvrier professionnel II/OP plombier.	0,83	h	601,25	499,04
	Moyens auxiliaires	2	%	351.613,72	7.032,27
	Coûts indirects	3	%	358.645,99	10.759,38
Coût d'entretien décennal : 280.748,08F CFA les 10 premières années.					Montant total HT : 369 405,37

<b>Chauffe-eau électrique instantané pour le service d'E.C.S., mural vertical, débit 11,5 l/min, puissance 21 kW, alimentation triphasée (400V/50Hz), de 472x236x139 mm.</b>					
Code interne	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Prix total
mt38cej010gc	Chauffe-eau électrique instantané pour le service d'E.C.S., mural vertical, débit 11,5 l/min, puissance 21 kW, alimentation triphasée (400V/50Hz), de 472x236x139 mm.	1	U	345.067,91	345.067,91
mt38tew010b	Tube flexible de 25 cm et de 3/4" de diamètre.	2	U	2.882,41	5.764,82
mt37sve010b	Vanne à sphère en laiton nickelé à visser de 1/2".	2	U	3.769,20	7.538,40
mt38www011	Produits complémentaires pour installations d'E.C.S.	1	U	1.322,62	1.322,62
mo007	Compagnon professionnel III/CP2 plombier.	0,889	h	1.005,27	893,69
mo105	Ouvrier professionnel II/OP plombier.	0,889	h	601,25	534,51
	Moyens auxiliaires	2	%	361.121,95	7.222,44
	Coûts indirects	3	%	368.344,39	11.050,33
Coût d'entretien décennal : 288.339,99F CFA les 10 premières années.					Montant total HT : 379 394,72

<b>Chauffe-eau électrique instantané pour le service d'E.C.S., mural vertical, débit 13,1 l/min, puissance 24 kW, alimentation triphasée (400V/50Hz), de 472x236x139 mm.</b>					
Code interne	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Prix total
mt38cej010hd	Chauffe-eau électrique instantané pour le service d'E.C.S., mural vertical, débit 13,1 l/min, puissance 24 kW, alimentation triphasée (400V/50Hz), de 472x236x139 mm.	1	U	362.763,70	362.763,70
mt38tew010b	Tube flexible de 25 cm et de 3/4" de diamètre.	2	U	2.882,41	5.764,82
mt37sve010b	Vanne à sphère en laiton nickelé à visser de 1/2".	2	U	3.769,20	7.538,40
mt38www011	Produits complémentaires pour installations d'E.C.S.	1	U	1.322,62	1.322,62
mo007	Compagnon professionnel III/CP2 plombier.	0,948	h	1.005,27	953
mo105	Ouvrier professionnel II/OP plombier.	0,948	h	601,25	569,99
	Moyens auxiliaires	2	%	378.912,53	7.578,25
	Coûts indirects	3	%	386.490,78	11.594,72
Coût d'entretien décennal : 302.544,98F CFA les 10 premières années.					Montant total HT : 398 085,50

Source : <http://www.senegal.prix-construction.info/>

## ANNEXES

## Données pour le calcul prix moyen du kWe pour le chauffage électrique de l'ECS

<b>Capteur solaire thermique complet, partagé, pour installation individuelle, pour mise en place sur couverture plane, composé de : deux panneaux de 2320x1930x90 mm ensemble, surface utile totale 4,04 m², rendement optique 0,819 et coefficient primaire de pertes 4,227 W/m²K, selon NF EN 12975-2, réservoir de 300 l, groupe de pompage individuel, centrale solaire thermique programmable.</b>					
Code interne	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Prix total
mt38csg010bj	Capteur solaire thermique complet, partagé, pour installation individuelle, pour mise en place sur couverture plane, formé de : deux panneaux de 2320x1930x90 mm ensemble, surface utile totale 4,04 m², rendement optique 0,819 et coefficient primaire de pertes 4,227 W/m²K, selon NF EN 12975-2; surface absorbante et conduits en cuivre; couverture protectrice en verre de 4 mm d'épaisseur; réservoir de 300 l, avec un serpentin; groupe de pompage individuel avec vase d'expansion de 18 l et vase pré-expansion; centrale solaire thermique programmable; kit de montage pour deux panneaux sur couverture plane; double té sonde-purgeur et purgeur automatique d'air.	1	U	2.574.135,43	2.574.135,43
mt38csg100	Solution eau-glycol pour remplissage de capteur solaire thermique, pour une température de travail comprise entre - 28°C et +200°C.	2,72	l	3.648,62	9.924,25
mo008	Compagnon professionnel III/CP2 installateur de capteurs solaires.	5,288	h	1.005,27	5.315,87
mo106	Ouvrier professionnel II/OP installateur de capteurs solaires.	5,288	h	601,25	3.179,41
	Moyens auxiliaires	2	%	2.592.554,96	51.851,10
	Coûts indirects	3	%	2.644.406,06	79.332,18
Coût d'entretien décennal : 2.070.041,06F CFA les 10 premières années.				Montant total HT : 2 723 738,24	

<b>Capteur solaire thermique complet, partagé, pour installation individuelle, pour mise en place sur couverture inclinée, composé de : deux panneaux de 2320x1930x90 mm ensemble, surface utile totale 4,04 m², rendement optique 0,819 et coefficient primaire de pertes 4,227 W/m²K, selon NF EN 12975-2, réservoir de 300 l, groupe de pompage individuel, centrale solaire thermique programmable.</b>					
Code interne	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Prix total
mt38csg010fn	Capteur solaire thermique complet, partagé, pour installation individuelle, pour mise en place sur couverture inclinée, formé de : deux panneaux de 2320x1930x90 mm ensemble, surface utile totale 4,04 m², rendement optique 0,819 et coefficient primaire de pertes 4,227 W/m²K, selon NF EN 12975-2; surface absorbante et conduits en cuivre; couverture protectrice en verre de 4 mm d'épaisseur; réservoir de 300 l, avec un serpentin; groupe de pompage individuel avec vase d'expansion de 18 l et vase pré-expansion; centrale solaire thermique programmable; kit de montage pour deux panneaux sur couverture inclinée; double té sonde-purgeur et purgeur automatique d'air.	1	U	2.517.217,01	2.517.217,01
mt38csg011d	Fixations pour capteur solaire thermique de deux panneaux sur tuile.	1	U	90.713,73	90.713,73
mt38csg100	Solution eau-glycol pour remplissage de capteur solaire thermique, pour une température de travail comprise entre - 28°C et +200°C.	2,72	l	3.648,62	9.924,25
mo008	Compagnon professionnel III/CP2 installateur de capteurs solaires.	5,288	h	1.005,27	5.315,87
mo106	Ouvrier professionnel II/OP installateur de capteurs solaires.	5,288	h	601,25	3.179,41
	Moyens auxiliaires	2	%	2.626.350,27	52.527,01
	Coûts indirects	3	%	2.678.877,28	80.366,32
Coût d'entretien décennal : 2.097.025,14F CFA les 10 premières années.				Montant total HT : 2759243,6	

## ANNEXES

**Capteur solaire thermique complet, partagé, pour installation individuelle, pour mise en place sur couverture inclinée, composé de : deux panneaux de 2320x1930x90 mm ensemble, surface utile totale 4,04 m², rendement optique 0,819 et coefficient primaire de pertes 4,227 W/m²K, selon NF EN 12975-2, réservoir de 300 l, groupe de pompage individuel, centrale solaire thermique programmable.**

Code interne	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Prix total
mt38csg010fn	Capteur solaire thermique complet, partagé, pour installation individuelle, pour mise en place sur couverture inclinée, formé de : deux panneaux de 2320x1930x90 mm ensemble, surface utile totale 4,04 m², rendement optique 0,819 et coefficient primaire de pertes 4,227 W/m²K, selon NF EN 12975-2; surface absorbante et conduits en cuivre; couverture protectrice en verre de 4 mm d'épaisseur; réservoir de 300 l, avec un serpent; groupe de pompage individuel avec vase d'expansion de 18 l et vase pré-expansion; centrale solaire thermique programmable; kit de montage pour deux panneaux sur couverture inclinée; double té sonde-purgeur et purgeur automatique d'air.	1	U	2.517.217,01	2.517.217,01
mt38csg011e	Fixations pour capteur solaire thermique de deux panneaux sur tuile, ajustable en hauteur.	1	U	165.419,15	165.419,15
mt38csg100	Solution eau-glycol pour remplissage de capteur solaire thermique, pour une température de travail comprise entre - 28°C et +200°C.	2,72	l	3.648,62	9.924,25
mo008	Compagnon professionnel III/CP2 installateur de capteurs solaires.	5,288	h	1.005,27	5.315,87
mo106	Ouvrier professionnel II/OP installateur de capteurs solaires.	5,288	h	601,25	3.179,41
	Moyens auxiliaires	2	%	2.701.055,69	54.021,11
	Coûts indirects	3	%	2.755.076,80	82.652,30
Coût d'entretien décennal : 2.156.674,12F CFA les 10 premières années.				Montant total HT :	2837729,1

**Capteur solaire thermique complet, partagé, pour installation individuelle, pour mise en place sur couverture inclinée, composé de : deux panneaux de 2320x1930x90 mm ensemble, surface utile totale 4,04 m², rendement optique 0,819 et coefficient primaire de pertes 4,227 W/m²K, selon NF EN 12975-2, réservoir de 300 l, groupe de pompage individuel, centrale solaire thermique programmable.**

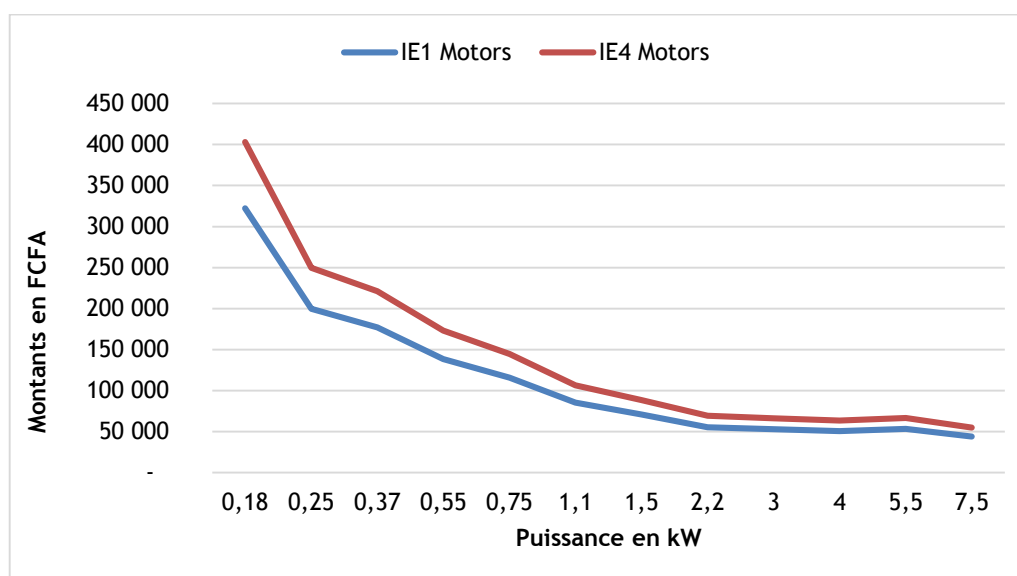
Code interne	Désignation	Quantité	Unité	Prix unitaire	Prix total
mt38csg010fn	Capteur solaire thermique complet, partagé, pour installation individuelle, pour mise en place sur couverture inclinée, formé de : deux panneaux de 2320x1930x90 mm ensemble, surface utile totale 4,04 m², rendement optique 0,819 et coefficient primaire de pertes 4,227 W/m²K, selon NF EN 12975-2; surface absorbante et conduits en cuivre; couverture protectrice en verre de 4 mm d'épaisseur; réservoir de 300 l, avec un serpent; groupe de pompage individuel avec vase d'expansion de 18 l et vase pré-expansion; centrale solaire thermique programmable; kit de montage pour deux panneaux sur couverture inclinée; double té sonde-purgeur et purgeur automatique d'air.	1	U	2.517.217,01	2.517.217,01
mt38csg011f	Fixations pour capteur solaire thermique de deux panneaux sur ardoise.	1	U	95.160,48	95.160,48
mt38csg100	Solution eau-glycol pour remplissage de capteur solaire thermique, pour une température de travail comprise entre - 28°C et +200°C.	2,72	l	3.648,62	9.924,25
mo008	Compagnon professionnel III/CP2 installateur de capteurs solaires.	5,288	h	1.005,27	5.315,87
mo106	Ouvrier professionnel II/OP installateur de capteurs solaires.	5,288	h	601,25	3.179,41
	Moyens auxiliaires	2	%	2.630.797,02	52.615,94
	Coûts indirects	3	%	2.683.412,96	80.502,39
Coût d'entretien décennal : 2.100.575,67F CFA les 10 premières années.				Montant total HT :	2763915,35

Source : <http://www.senegal.prix-construction.info/>

## ANNEXES

## Données pour le calcul prix moyen du kW des moteurs électriques à haut rendement

References	kW	Prix par kW	
		faible rendement	Haut rendement
(0,18-0,25) ref 63A2 2720 tr/mn 0,55A 4,5kg	0,18	322 402	403 003
(0,25-0,34) ref 63B2 2720 tr/mn 0,7A 4,5kg	0,25	199 697	249 621
(0,37-0,5) ref 71A2 2780 tr/mn 0,9A 5kg	0,37	176 992	221 240
(0,55-0,75) ref 7182 2785 tr/mn 1,3A 6,3kg	0,55	138 647	173 309
(0,75-1) ref 80A2 2840 tr/mn 1,7A 10kg	0,75	115 907	144 884
(1,1-1,5) ref 80822 2855 tr/mn 2,4A 11kg	1,1	85 304	106 630
(1,5-2) ref 90S2 2850 tr/mn 3,2A 13kg	1,5	70 874	88 593
(2,2-3) ref 90L2 2850 tr/mn 4,5A 17kg	2,2	55 408	69 260
(3,0-4) ref 100L2 2860 tr/mn 5,9A 33kg	3	52 910	66 138
(4,0-5,5) ref 112M2 2900 tr/mn 7,6A 42kg	4	50 727	63 409
(5,5-7,5) ref 132S2 2920 tr/mn 10,2A 58kg	5,5	53 222	66 527
(7,5-10) ref 132S82 2920 tr/mn 13,6A 63kg	7,5	43 884	54 855



## Données pour le calcul du prix moyen des variateurs de vitesse

P (kW)	Prix en euros	Prix FCFA
0,18	358,91	193 623
0,37	378,47	204 175
0,55	461,94	249 204
0,75	559,63	301 906
11	2211,94	1 193 283
15	2765,86	1 492 109

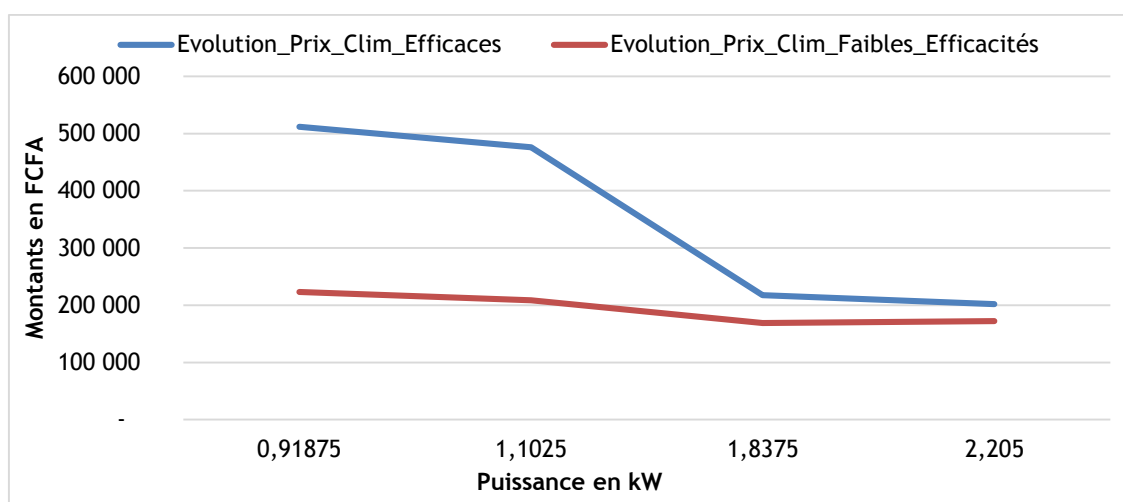
## ANNEXES

Source : <http://www.schneider-electric.com/products/fr/fr/60600-varianteurs-de-vitesse-et-contrôle-de-mouvement/60620-varianteurs-de-vitesse-compacts/2656-altivar-312/>

Données pour le calcul du surcoût moyen lié à l'achat d'un climatiseur efficace

Puissance		Prix Climatiseurs en FCFA		Prix/kW		Ratio
CV	kW	Technologie pas efficace	Technologie efficace	Technologie pas efficace	Technologie efficace	
1,25	0,91875	205000	470000	223 129	511 565	2,29268293
1,5	1,1025	230000	525000	208 617	476 190	2,2826087
2,5	1,8375	310000	400000	168 707	217 687	1,29032258
3	2,205	380000	445000	172 336	201 814	1,17105263

Source : <http://www.blueline-senegal.com/>



Données pour le calcul du surcoût moyen lié à l'achat de divers équipements efficaces

	Prix		Commentaires
	Technologie pas efficace	Technologie efficace	
Machine à laver	205000	355000	
Lave-vaisselle	202000	350000	
Réfrigérateur-congélateur	125000 à 440000	150000 à 520000	
Congélateurs	187000 à 245000	230000 à 300000	
Tour PC		360000	
Ordinateur portable		260000 à 375000	
TV LED (TFT)		260 000 à 560 000	33" à 46"
		595 000 à 1 100 000	47" à 55"
		1 150 000 à 4 500 000	56" et plus
TV PLASMA (TFT)		295 000	33" à 46"
		449 000 à 1 250 000	47" à 55"
		1 200 000 à 2 250 000	56" et plus
Ampoule à Incandescence	500		Jusqu'à 100W
CFL		4500	11 W
LED		655	655 FCFA par Watt installé.
Lampe à vapeur de mercure	35		35 FCFA par Watt installé.
Lampe à Vapeur de sodium	145		145 FCFA par Watt installé.

## ANNEXES

Source : <http://www.blueline-senegal.com/>

Données pour l'estimation des coûts de la publicité télévisée

Durée	ECRAN A	ECRAN B	ECRAN C	ECRAN D
<b>Lundi - Vendredi (Tva 18 %)</b>				
60 Secondes	364 650	540 175	594 192	623 901
<b>Week end et jours fériés (Tva 18 %)</b>				
60 Secondes	708 687	779 555	818 530	

Source : <http://www.rts.sn/televisions/tarifs-tv/tarif-rts1.html>

Données pour l'estimation des coûts de la publicité télévisée<sup>110</sup>

Opérations	Maisons individuelles	Logements collectifs
Isolation thermique intérieur	8100	4560
Isolation comble non habitacles	3825	275
Isolation du plancher	3935	275
Double vitrage	9000	4500
hypothèse 80% Logements individuels	19888	1922

NB : Coûts en euros.

Opération	(€HT/M²)	(Fcfa HT/M²)
Isolation thermique intérieur	28	18368
Isolation de la toiture	18	11808
Double vitrage	128	83968
Isolation thermique extérieure	57	37392

Source : Union française de l'électricité

<http://isolation.comprendrechoisir.com/qr/voir/110552/quelle-duree-de-vie-pour-une-isolation-en-laine-de-verre>

<http://www.ecohabitation.com/assistance/question/ventilation-jaimerais-connaître-la-duree-de-vie-moyenne-dun-echangeur-dair-et-si-ca-vaut-la>

<sup>110</sup> Un instrument clé de pilotage de la politique énergétique : L'ordre de priorité des actions d'efficacité énergétique. Union Française de l'Electricité.

## ANNEXES

### Annexe 8 : Données d'entrée pour le calcul des gains dans le sous-secteur des hydrocarbures

Années	Nombre Total Véhicule		Pénalité Moyenne D/E à C (FCFA)	Coût Global en Milliards FCFA	
	Essence	Gasol		Essence	Gasol
2015	0	0	1 279 116	-	-
2016	14074	54224	1 279 116	18,0	69,4
2017	28820	111181	1 279 116	36,9	142,2
2018	44240	170882	1 279 116	56,6	218,6
2019	60332	233314	1 279 116	77,2	298,4
2020	77104	298490	1 279 116	98,6	381,8
2021	94538	366395	1 279 116	120,9	468,7
2022	112656	437044	1 279 116	144,1	559,0
2023	131445	510429	1 279 116	168,1	652,9
2024	150902	586557	1 279 116	193,0	750,3
2025	171039	665413	1 279 116	218,8	851,1
2026	174405	679093	1 279 116	223,1	868,6
2027	177773	692792	1 279 116	227,4	886,2
2028	181140	706475	1 279 116	231,7	903,7
2029	184510	720165	1 279 116	236,0	921,2
2030	187879	733855	1 279 116	240,3	938,7



## ANNEXES

	Parc Automobile Sénégal								Consommations Spécifiques				Distances Parcourues (km/an)	
	Nouveaux	Anciens	Energies		Energies Nouveaux		Energies Anciens		Consos Spécifiques Nouveaux (l/100km)		Consos Spécifiques Anciens (l/100km)			
Catégories	1 à 10 ans	> 10 ans	Essence	Gasoil	1 à 10 ans Essence	1 à 10 ans Gasoil	> 10 ans Essence	> 10 ans Gasoil	1 à 10 ans Essence	1 à 10 ans Gasoil	> 10 ans Essence	> 10 ans Gasoil	Essence	Gasoil
Indéterminée	34	24	21	20	13	12	8	8	0	0	0	0	0	0
Autobus Urbain	1	130		131	0	1	0	130	35,92316	32,2	47,15	41,00	66000	110000
Autocar De Location	41	9		50	0	41	0	9	17,25	15,0	28,75	25,00	24 000	40 000
Autocar Interurbain	1494	10269	216	11530	28	1465	188	10065	17,25	15,0	28,75	25,00	36000	60000
Autocar Personnel	830	531	41	1308	26	798	15	510	13,8	12,0	17,25	15,00	45000	75000
Autocar Urbain	309	3642	24	3922	2	307	22	3615	13,8	12,0	15,53	13,50	24000	40000
Camion	3019	12747	131	15597	26	2987	105	12610	29,325	25,5	36,51	31,75	39 000	65 000
Camionnette	22794	22667	3993	41435	2003	20776	1990	20659	12,65	11,0	15,53	13,50	24000	40000
Minibus Urbain	1171	0		1171	0	1171	0	0	21,85	19,0	23,00	20,00	25200	42000
Taxi Banlieue	8	30	36	2	8	1	28	1	9,2	8,0	11,50	10,00	27000	45000
Taxi Interurbain	1246	5980	1108	6111	192	1054	916	5057	10,35	9,0	11,50	10,00	33000	55000
Taxi Urbain	4109	29462	8506	25055	1042	3067	7464	21988	9,2	8,0	10,93	9,50	33000	55000
Tracteur	1936	11224	4	13142	1	1934	3	11208	46	40,0	57,50	50,00	39 000	65 000
Transport Prive de Personnes	19	26		44	0	19	0	25	9,2	8,0	13,80	12,00	7 262	8 069
Transport Privé de Marchandise	24	65		60	0	17	0	43	12,65	11,0	15,53	13,50	24000	40000
Véhicule Particulier Personnel	102696	142744	138308	106948	57871	44749	80437	62199	8,05	7,0	12,88	11,20	8 069	8 069
Véhicule Sanitaire Médical	306	150	44	411	30	276	14	135	13,8	12,0	15,53	13,50	24000	40000
Véhicule Spécial Industriel	6	19	2	23	1	6	1	17	12,65	11,0	34,50	30,00	12 000	20 000
Véhicule auto-école	60	193	129	124	31	30	98	94	23	20,0	23,00	20,00	36000	60000
Véhicule De Location	482	68	361	189	317	166	44	23	6,9	6,0	9,20	8,00	11400	19000
Véhicule Spécial de Transport	1070	4789	18	5705	4	1042	14	4663	12,65	11,0	34,50	30,00	24000	40000
Véhicule Transport Touristique	316	211	44	483	27	290	17	193	17,25	15,0	28,75	25,00	45000	75000
Véhicule Travaux Publics	30	257	4	278	1	30	3	248	23	20,0	23,00	20,00	25200	42000

Source : PMC et TSB, recoupements des statistiques collectées au niveau de la DTT et des données bibliographiques.

## ANNEXES

## Informations complémentaires : Synthèse des actions par catégorie d'utilisateurs

Description	Administration Privée															N° Fiche			
	2015-01																		
	Usage			Tous			Usager			Administration Privée			Secteur			Tertiaire			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	428	448	471	502	517	516	520	524	533	549	569	593	621	647	681	719	8 839
	Tep	Energie	37	39	41	43	45	44	45	45	46	47	49	51	54	56	59	62	762
	MW	Pointe	23	25	26	29	31	32	34	35	37	38	40	42	44	46	48	51	
	GWh	Gains	-	8,8	19	32,7	48,3	65,6	77,3	93,1	110	129,2	148,6	164,8	180,7	193,4	207,2	221,6	1700,3
	Tep	Energie	-	0,8	1,6	2,8	4,2	5,7	6,7	8	9,5	11,1	12,8	14,2	15,6	16,7	17,9	19,1	146,6
	MW	Gains	-	0,2	0,5	1,1	1,8	2,8	3,9	5,3	6,4	7,4	8,3	9,1	9,9	10,7	11,6	12,6	91,6
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	5865	12757	21933	32365	43943	51793	62348	73698	86548	99576	110424	121067	129586	138828	148465	1139194
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		466,66						263,54											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
		2						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD											
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Administration Publique															N° Fiche			
																2015-02			
	Usage			Tous			Usager			Administration Publique			Secteur			Tertiaire			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	146	153	163	177	183	181	180	178	178	179	181	185	189	191	196	200	2 858
	Tep	Energie	13	13	14	15	16	16	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	246
	MW	Pointe	8	8	9	10	11	11	11	12	12	12	13	13	13	13	14	14	
	GWh	Gains	-	3,0	6,6	11,6	17,2	23,1	26,9	32,1	37,7	43,9	50	54,6	58,7	61,1	63,9	66,1	556,5
	Tep	Energie	-	0,3	0,6	1	1,5	2	2,3	2,8	3,3	3,8	4,3	4,7	5,1	5,3	5,5	5,7	48,0
	MW	Gains Pointe	-	0,1	0,2	0,4	0,6	1	1,4	1,9	2,3	2,6	2,9	3,1	3,4	3,5	3,7	3,9	30,9
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	2016	4418	7754	11496	15492	18038	21532	25247	29426	33500	36559	39340	40960	42783	44263	372822
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières							Hypothèses							Acteurs Mise en Œuvre				
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.							Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.							Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.				
	Partenaires									Impacts Socio-économiques									
	Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.									Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et maîtrise du budget de fonctionnement Créations d'emplois verts									
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards									Economies Monétaires en Milliards								
		62,20									86,25								
	Années	Temps de retour									Origine Possible Financement								
		12 mois									GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD								
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Agriculture, Pêche, Sylviculture, Chasse et Elevage (APSCE)															N° Fiche			
																2015-03			
	Usage		Tous				Usager			APSCE			Secteur			Primaire			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	175	188	205	230	245	250	250	245	239	230	222	218	215	213	215	217	3 558
	Tep	Energie	15	16	18	20	21	22	22	21	21	20	19	19	19	18	19	19	307
	MW	Pointe	14	15	17	19	20	21	21	22	22	23	23	23	24	24	25	25	
	GWh	Gains	-	3,1	6,7	11,9	18,1	25	30,3	39,1	49,6	62,6	75,4	84,2	91,9	95,4	98,7	100,7	792,6
	Tep	Energie	-	0,3	0,6	1	1,6	2,2	2,6	3,4	4,3	5,4	6,5	7,3	7,9	8,2	8,5	8,7	68,3
	MW	Gains Pointe	-	0,04	0,1	0,2	0,5	0,9	1,6	2,8	4,3	6,2	8	9,3	10,3	10,8	11,3	11,5	77,9
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	2060	4475	7989	12127	16773	20278	26186	33236	41960	50527	56442	61550	63883	66136	67439	531060
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et maîtrise du budget de fonctionnement Créations d'emplois verts												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		4,46						122,86											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
		Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD											
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Autres Industries															N° Fiche			
																2015-04			
	Usage			Tous			Usager			Autres Industries			Secteur			Secondaire			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	514	550	591	652	688	698	700	700	704	712	724	741	762	778	805	833	11 153
	Tep	Energie	44	47	51	56	59	60	60	60	61	61	62	64	66	67	69	72	962
	MW	Pointe	31	33	36	40	42	44	45	47	48	50	51	53	55	56	58	60	
	GWh	Gains	-	5,7	12,5	22,2	33,9	47,6	60,6	80,9	104,8	133,9	163,1	183,5	202,1	213,6	225,1	235,1	1724,4
	Tep	Energie	-	0,5	1,1	1,9	2,9	4,1	5,2	7	9	11,5	14,1	15,8	17,4	18,4	19,4	20,3	148,7
	MW	Gains Pointe	-	0,2	0,5	1	1,7	2,6	3,8	5,3	6,8	8,2	9,6	10,6	11,4	12,0	12,6	13,2	99,5
	Tco2	Gains CO2	-	3840	8341	14867	22706	31864	40577	54217	70217	89712	109260	122912	135398	143105	150802	157529	1155347
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et maîtrise du budget de fonctionnement Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		274,40						267,28											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
12 mois						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Commerce															N° Fiche			
																2015-05			
	Usage			Tous			Usager			Commerce			Secteur			Tertiaire			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	509	537	569	609	637	653	669	681	695	708	725	753	787	828	880	943	11 183
	Tep	Energie	44	46	49	52	55	56	58	59	60	61	62	65	68	71	76	81	964
	MW	Pointe	36	38	41	44	47	50	52	55	58	61	65	69	73	77	83	89	
	GWh	Gains	-	9,8	21	35,8	53,1	73,3	88,4	111,4	138,6	172,3	207,8	237,6	267,4	292,3	317,7	345,3	2371,6
	Tep	Energie	-	0,8	1,8	3,1	4,6	6,3	7,6	9,6	12,0	14,9	17,9	20,5	23,1	25,2	27,4	29,8	204,5
	MW	Gains Pointe	-	0,2	0,4	0,8	1,4	2,3	3,7	6,2	9,1	12,9	16,9	20,1	23,3	25,8	28,3	30,9	182,2
	Tco2	Gains CO2	-	6546	14083	23960	35557	49093	59237	74623	92854	115404	139211	159176	179122	195832	212876	231367	1588943
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		1 523,25						367,59											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
4						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		



## ANNEXES

Description	Construction															N° Fiche			
																2015-06			
	Usage			Tous			Usager			Construction			Secteur			Secondaire			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande Energie	7	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	139
	Tep		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	
	MW	Pointe	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	GWh	Gains Energie	-	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3	2,6	2,9	3,0	3,1	3,2	24,2
	Tep		-	0,01	0,01	0,03	0,04	0,06	0,07	0,1	0,13	0,16	0,23	0,25	0,26	0,3	0,3	0,3	2,1
	MW	Gains Pointe	-	0,001	0,004	0,01	0,02	0,04	0,05	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16	0,17	1,32
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	50	109	198	307	436	556	755	990	1278	1560	1758	1930	2018	2102	2159	16205
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'utilisateur.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'utilisateur.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'utilisateur.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'utilisateur.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		0,59						3,75											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		



## ANNEXES

Description	Domestique														N° Fiche				
															2015-07				
	Usage			Tous			Usager			Domestique			Secteur			Résidentiel			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	186	199	213	226	237	250	260	268	274	279	285	290	297	307	320	330	4 222
	Tep	Energie	199	213	227	241	254	267	278	286	293	299	305	310	318	329	342	353	4 515
	MW	Pointe	256	274	293	312	333	357	381	407	434	464	494	518	542	568	595	616	
	GWh	Gains Energie	-	37,9	81,2	137,7	207,3	297,6	375,9	505	666,2	873,9	1094,1	1252,6	1401,2	1514,6	1611,2	1682,3	11738,8
	Tep	Energie	-	3,3	7	11,9	17,9	25,7	32,4	43,5	57,4	75,3	94,3	108	120,8	130,6	138,9	145	1012
	MW	Gains Pointe	-	0,9	2,4	6,3	12,5	22,9	39,3	64,9	94,3	130	167	193,4	217,7	236	251,5	262,9	1 702,1
	Tco2	Gains CO2	-	25371	54431	92253	138861	199411	251883	338361	446374	585542	733051	839245	938781	1014780	1079522	1127127	7864992
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
							Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages Créations d'emplois verts												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Millards											
		6 955,86						2 147,03											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
4						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Eclairage Public															N° Fiche			
																2015-08			
	Usage			Tous			Usager			Eclairage Public			Secteur			Résidentiel - Tertiaire			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande Energie	122	128	133	135	135	132	127	121	118	120	123	128	135	141	148	153	2 099
	Tep		11	11	11	12	12	11	11	10	10	10	11	11	12	12	13	13	181
	MW	Pointe	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	31	32	34	36	37	39	
	GWh	Gains Energie	-	2,2	4,5	7,6	11,5	16,3	20,9	28,7	38,4	50,9	63,8	73,8	83,1	90,1	96,1	100,2	688,1
	Tep		-	0,2	0,4	0,7	1	1,4	1,8	2,5	3,3	4,4	5,5	6,4	7,2	7,8	8,3	8,6	59,3
	MW	Gains Pointe	-	0,2	0,7	1,8	3,5	6,1	9,5	13,1	15,9	17,8	19,3	20,4	21,4	22,5	23,6	24,4	200,2
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	1454	3045	5114	7684	10949	14012	19238	25739	34079	42738	49412	55668	60392	64377	67112	461012
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
	Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts												
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		2,85						106,65											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
		Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD											
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Energie															N° Fiche			
																2015-09			
Gains	Usage		Tous				Usager			Energie			Secteur			Secondaire			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	279	300	326	367	393	405	410	415	418	421	423	428	434	436	444	450	6 349
	Tep	Energie	24	26	28	32	34	35	35	36	36	36	36	37	37	38	38	39	547
	MW	Pointe	17	19	20	23	24	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	
	GWh	Gains	-	0,5	1	2,3	4,1	6,7	10,7	17,5	25,5	35,2	44,7	51,1	56,6	59,3	61,7	63,2	440
	Tep	Energie	-	0,04	0,1	0,2	0,4	0,6	0,9	1,5	2,2	3	3,9	4,4	4,9	5,1	5,3	5,5	37,9
	MW	Gains	-	0,02	0,04	0,11	0,2	0,4	0,7	1,1	1,6	2,3	2,9	3,4	3,7	3,9	4,1	4,2	28,6
	Tco2	Gains CO2	-	319	697	1509	2736	4507	7171	11705	17058	23603	29933	34238	37932	39715	41341	42359	294824
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		5,56						68,21											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Enseignement															N° Fiche			
																2015-10			
Gains	Usage		Tous				Usager			Enseignement			Secteur			Tertiaire			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	70	74	78	83	85	86	86	86	88	90	93	98	103	109	116	124	1 469
	Tep	Energie	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	10	11	127
	MW	Pointe	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	7	7	
	GWh	Gains	-	1,4	2,9	5	7,5	10,3	12,6	16,1	20,1	25,1	30,4	34,8	39,1	42,8	46,5	50,5	345,2
	Tep	Energie	-	0,1	0,3	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,7	2,2	2,6	3	3,4	3,7	4	4,4	29,8
	MW	Gains	-	0,02	0,06	0,11	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2	12,5
	Tco2	Gains CO2	-	913	1966	3360	5003	6927	8458	10769	13491	16839	20360	23299	26226	28661	31148	33833	231253
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		61,20						53,50											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
12 mois						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Hôtels															N° Fiche			
																2015-11			
	Usage			Tous			Usager			Hôtels			Secteur			Tertiaire			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	259	272	286	299	313	327	342	354	367	380	396	418	444	478	518	567	6 019
	Tep	Energie	22	23	25	26	27	28	29	31	32	33	34	36	38	41	45	49	519
	MW	Pointe	25	27	28	30	32	34	36	39	41	45	48	52	56	61	66	73	
	GWh	Gains	-	4,7	10	16,6	24,6	34,5	42,7	55,5	71,2	91,2	113	132,3	152,2	170,5	188,9	210	1317,7
	Tep	Energie	-	0,4	0,9	1,4	2,1	3	3,7	4,8	6,1	7,9	9,8	11,4	13,1	14,7	16,3	18,1	113,6
	MW	Gains Pointe	-	0,1	0,3	0,6	1,1	1,9	3,3	5,3	7,8	10,8	14	16,8	19,6	22,1	24,6	27,4	155,6
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	3132	6664	11088	16452	23108	28613	37178	47697	61105	75737	88625	101948	114218	126583	140726	882873
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires									Impacts Socio-économiques									
	Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.									Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts									
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards									Economies Monétaires en Milliards								
		69,06									204,25								
	Années	Temps de retour									Origine Possible Financement								
Immédiat									GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD										
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		



## ANNEXES

Description	Industries HT															N° Fiche			
																2015-13			
Gains	Usage		Tous				Usager			Industries HT			Secteur			Secondaire			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	298	426	552	723	960	1 058	1 061	1 062	1 061	1 058	1 056	1 057	1 061	807	642	646	13 529
	Tep	Energie	26	37	48	62	83	91	92	92	91	91	91	91	91	70	55	56	1 166
	MW	Pointe	26	37	47	62	82	91	92	92	93	94	94	95	96	73	58	59	
	GWh	Gains	-	3,1	8,1	16,5	30,5	44,4	57,7	75,3	94,7	116,6	137,9	147	154,7	120,4	97	98	1201,9
	Tep	Energie	-	0,3	0,7	1,4	2,6	3,8	5	6,5	8,2	10,1	11,9	12,7	13,3	10,4	8,4	8,5	103,6
	MW	Gains Pointe	-	0,3	0,8	1,7	3,1	4,5	5,8	7,4	9,1	11	12,9	13,6	14,2	11	8,8	8,9	113,1
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	2091	5425	11063	20441	29721	38668	50451	63428	78132	92398	98514	103613	80696	64953	65690	805284
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		1,78						186,30											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Industries extractives															N° Fiche			
																2015-14			
Gains	Usage			Tous			Usager			Industries extractives			Secteur			Secondaire			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	13	13	15	17	18	18	18	19	19	19	19	19	19	19	20	20	285
	Tep	Energie	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	25
	MW	Pointe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	GWh	Gains	-	-	-	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,1	1,6	2,0	2,3	2,6	2,7	2,8	2,9	19,8
	Tep	Energie	-	-	-	0,01	0,01	0,02	0,04	0,1	0,1	0,14	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	1,7
	MW	Gains Pointe	-	0,001	0,002	0,006	0,01	0,02	0,04	0,06	0,09	0,12	0,15	0,17	0,19	0,19	0,20	0,21	1,46
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	11	24	55	105	180	301	509	757	1062	1357	1558	1730	1812	1886	1932	13278
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		0,46						3,07											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
Immédiat						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique																		
	Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		



## ANNEXES

Description	Restaurants															N° Fiche			
																2015-16			
Gains	Usage		Tous				Usager			Restaurants			Secteur			Secondaire			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	122	128	135	142	148	152	157	160	165	171	178	188	200	214	230	250	2 740
	Tep	Energie	10	11	12	12	13	13	13	14	14	15	15	16	17	18	20	22	236
	MW	Pointe	12	13	14	15	16	16	17	19	20	21	23	24	26	28	30	33	
	GWh	Gains	-	2,3	4,8	8,1	12,1	16,8	20,5	26,1	32,9	41,4	50,6	58,5	66,5	73,7	81,0	89,1	584,4
	Tep	Energie	-	0,2	0,4	0,7	1	1,5	1,8	2,3	2,8	3,6	4,4	5,0	5,7	6,4	7,0	7,7	50,4
	MW	Gains	-	0,1	0,2	0,4	0,8	1,3	2,1	3,3	4,4	5,7	7	8,1	9,2	10,1	11,1	12,3	75,9
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	1511	3235	5441	8073	11248	13726	17512	22064	27768	33897	39189	44584	49381	54240	59697	391565
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		121,74						90,59											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
12 mois						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Ruraux															N° Fiche			
																2015-17			
	Usage			Tous			Usager			Ruraux			Secteur			Résidentiel			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande Energie	118	140	166	170	172	171	167	162	160	162	166	172	180	189	198	209	2 703
	Tep		10	12	14	15	15	15	14	14	14	14	14	15	16	16	17	18	233
	MW	Pointe	7	8	10	10	11	12	12	13	14	14	15	16	17	17	18	19	
	GWh	Gains Energie	-	2,3	5,5	9,3	13,9	19,9	25,4	34,9	46,7	61,8	77,7	90,0	101,7	110,7	118,5	125,7	843,9
	Tep		-	0,2	0,5	0,8	1,2	1,7	2,2	3,0	4	5,3	6,7	7,8	8,8	9,5	10,2	10,8	72,8
	MW	Gains Pointe	-	0,1	0,3	0,8	1,6	2,9	4,5	6,4	7,9	9,1	10,1	10,9	11,6	12,3	12,9	13,6	105,1
	Tco2	Gains CO2	-	1549	3696	6211	9341	13324	17034	23360	31254	41413	52023	60302	68138	74172	79360	84206	565383
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration du cadre de vie Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation du pouvoir d'achat des ménages Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		145,44						154,34											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
12 mois						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Santé															N° Fiche			
																2015-18			
	Usage			Tous			Usager			Santé			Secteur			Tertiaire			
Gains		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	116	122	128	138	143	143	145	147	150	154	159	165	171	178	187	197	2 442
	Tep	Energie	10	10	11	12	12	12	13	13	13	13	14	14	15	15	16	17	211
	MW	Pointe	7	8	9	9	10	11	11	11	12	12	13	14	14	15	16	16	
	GWh	Gains	-	2,3	5,1	8,7	12,8	17,4	20,4	24,4	28,8	33,7	38,8	43	47,2	50,5	54,2	58	445,4
	Tep	Energie	-	0,2	0,4	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,4	4,7	5	38,4
	MW	Gains Pointe	-	0,06	0,1	0,3	0,5	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	31,1
	Tco2	Gains CO2	-	1567	3406	5845	8601	11632	13656	16367	19290	22608	25983	28817	31610	33861	36311	38866	298421
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		85,52						69,04											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
12 mois						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Sports, Loisirs et Culture															N° Fiche			
																2015-19			
Gains	Usage			Tous			Usager			Sports, Loisirs et Culture			Secteur			Tertiaire			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande	46	48	51	54	57	57	58	58	59	61	63	66	69	73	78	83	982
	Tep	Energie	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7	7	85
	MW	Pointe	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	
	GWh	Gains	-	0,8	1,6	2,8	4,2	5,8	7,3	9,5	12,2	15,6	19,1	22	25	27,4	29,8	32,5	215,6
	Tep	Energie	-	0,07	0,14	0,24	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,7	1,9	2,2	2,4	2,6	2,8	18,6
	MW	Gains Pointe	-	0,02	0,04	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2	2,2	14,2
	Tco2	Gains CO2	-	509	1092	1870	2802	3915	4878	6379	8179	10428	12798	14766	16723	18347	19989	21761	144436
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		72,73						33,41											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
2						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		

## ANNEXES

Description	Transports, poste et communications															N° Fiche			
																2015-20			
Gains	Usage			Tous			Usager			Transports, poste et communications			Secteur			Tertiaire			
		Années	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul
	GWh	Demande Energie	226	241	259	283	296	297	294	290	290	292	298	306	316	324	337	351	4 699
	Tep		19	21	22	24	25	26	25	25	25	25	26	26	27	28	29	30	405
	MW	Pointe	13	13	14	16	17	18	18	19	20	20	21	22	23	23	24	25	
	GWh	Gains Energie	-	2,6	5,7	10,3	15,9	22,6	28,9	39,3	51,7	67,1	82,5	94,0	104,5	111,1	117,6	123,4	877,1
	Tep		-	0,2	0,5	0,9	1,4	2	2,5	3,4	4,5	5,8	7,1	8,1	9	9,6	10,1	10,6	75,6
	MW	Gains Pointe	-	0,05	0,14	0,4	0,7	1,2	1,9	2,7	3,4	4,1	4,8	5,3	5,7	6	6,3	6,6	49,4
	tCO <sub>2</sub>	Gains CO <sub>2</sub>	-	1771	3839	6891	10640	15141	19346	26302	34609	44921	55292	62961	70002	74460	78807	82695	587678
Conditions et Impacts	Préalables/Barrières						Hypothèses						Acteurs Mise en Œuvre						
	Cf. préalables identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. hypothèses définies pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						
	Partenaires						Impacts Socio-économiques												
Cf. acteurs identifiés pour l'ensemble des actions concernant cette catégorie d'usager.						Amélioration de la compétitivité Réduction de la pointe de puissance Réduction des dépenses énergétiques et augmentation de performance économique Créations d'emplois verts													
Coûts	FCFA	Investissement en Milliards						Economies Monétaires en Milliards											
		39,93						135,96											
	Années	Temps de retour						Origine Possible Financement											
						GIZ, KFW, BEI, AFD, BAD, BIDC, BM, UE, GEF, PNUD, IFDD													
Suivi	Suivi-Exploitation																		
	Mise en place d'un système d'information et d'une banque de données dédiés au suivi de la performance des projets d'efficacité énergétique Mise en place d'un réseau efficace pour la collecte de données issues des projets, programmes et institutions																		